

**BÜTÜNLEŞİK ENTROPİ-COPRAS YAKLAŞIMI İLE KURUMSAL KAYNAK
PLANLAMA (KKP) YAZILIMININ SEÇİMİ****Dr. Öğr. Üyesi Fatma Selen MADENOĐLU** **ÖZET**

Günümüzde işletmeler, bütün fonksiyonlarını sistem yaklaşımıyla yönetmek, kaynaklarını etkin kullanmak amacıyla Kurumsal Kaynak Planlaması (KKP) yazılımları kullanmaktadır. Çalışmada belirsizliğin olduğu birden çok nitel ve nicel kriterin göz önünde bulundurulduğu dış kaynak kullanımıyla temin edilecek olan KKP yazılımı seçimi problemi ele alınmıştır. Probleme önerilen çözüm yaklaşımında alternatiflerin değerlendirmesinde kullanılacak olan kriter ağırlıkları Bulanık Entropi yöntemi ve alternatiflerin sıralanması Bulanık Copras yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada önerilen çözüm yaklaşımı, mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin dış kaynak kullanımı ile işletmeye uygun KKP yazılımının seçim sürecine uygulanmış ve işletmeye en uygun olan KKP yazılımı seçilmiştir. Duyarlılık analiziyle kriter ağırlıklarındaki değişimin sıralamaya olan etkisi de incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dış Kaynak Kullanımı, Karar Verme, Bulanık, KKP yazılım seçimi.

JEL Kodları: C61, C69, M1

**SELECTION OF ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP) SOFTWARE WITH AN
INTEGRATED ENTROPY-COPRAS APPROACH**

Today, enterprises use Enterprise Resource Planning (ERP) software to manage all their functions with a system approach. In the study, ERP software selection problem, which is provided by outsourcing, where multiple qualitative and quantitative criteria are considered, is discussed. The criterion weights to be used in the evaluation of the alternatives in the proposed solution approach to the problem were carried out with the Fuzzy Entropy method and the ranking of the alternatives using the Fuzzy Copras method. With the sensitivity analysis, the effect of the change in criterion weights on the ranking was also examined.

Keywords: Outsourcing, Decision Making, Fuzzy, ERP software selection.

JEL Codes: C61, C69, M1

* Abdullah Gül Üniversitesi, Y.B.F., İşletme Bölümü, Kayseri/ Türkiye. E-mail: fselenm@gmail.com

Makale Geçmişi/Article History

Başvuru Tarihi / Date of Application : 19 Temmuz / July 2020

Düzeltilme Tarihi / Revision Date : 10 Mart / March 2021

Kabul Tarihi / Acceptance Date : 15 Eylül / September 2021

Araştırma Makalesi/Research Article

1. GİRİŞ

Dış kaynak kullanımı, işletmelerin faaliyetlerinin bir kısmını işletme dışı tedarikçilere taşıması veya işletme süreçlerinin iç kaynak kullanımından dış kaynak kullanımına aktarılması olarak ifade edilmektedir. İşletmelerin rekabet avantajı kazanabilmeleri amacıyla dış kaynak kullanımını yaygın olarak tercih etmelerindeki nedenler içerisinde verimliliği artırmak, işletmenin temel yeteneklerini geliştirmek, esnekliği, kaliteyi artırmak, riski azaltmak, yenilikleri takip etmek ve maliyetleri azaltmak yer almaktadır.

Rekabet ortamının yoğun olduğu günümüz iş ortamında, işletmeler müşteri memnuniyetlerini artırarak pazar hacimlerini genişletmek için faaliyetlerini hatasız, tek seferde ve hızlı şekilde yapmayı amaçlamaktadırlar. Bu amacı gerçekleştirebilmeleri, daha karmaşık hale gelen mevcut sistemlerini sürekli takip edebilmeleri ve etkin yönetebilmeleri ile mümkün olabilmektedir. Bu amaçla işletme fonksiyonları olan satış, yönetim, pazarlama, muhasebe, tedarik, araştırma geliştirme, insan kaynakları, finansman birbirine bağlı ve birbirini etkilen süreçlerdeki bilgi akışını bilgi teknolojilerini kullanarak gerçekleştirmektedirler. Bu sayede farklı birimler arasında gerçekleşen bilgi akışı hızlı, doğru ve güvenilir olmakla birlikte süreçlerin izlenmesi de mümkün olabilmektedir. Bu bütüncül bakış açısının işletmelerde uygulanması Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) yazılımlarıyla gerçekleştirilebilmektedir. KKP yazılımları genellikle işletmelerin faaliyet alanlarının dışında olduğundan dış kaynak kullanımı yoluyla temini işletmeler tarafından tercih edilmektedir.

KKP yazılımı orta ve büyük ölçekli işletmeler tarafından yaygın olarak tercih edilmesine rağmen günümüzde küçük ölçekli işletmelerde verimliliklerini artırmak ve pazarda daha fazla yer alabilmek için sistemlerini bütün olarak görebilecek ve yönetebilecekleri KKP yazılımlarından işletme yapılarına uygun olanı belirleyerek kullanmak istemektedirler. Burada sektörde yer alan KKP yazılımları arasından, işletme yapısına ve ihtiyaçların uygun olan KKP yazılımın seçim problemi karşımıza çıkmaktadır. Dış kaynak kullanımıyla KKP yazılımın belirlenmesinde KKP yazılımları teknik özellikleri, maliyeti, dış kaynak olarak temin edilecek olan yazılımın kurulum sonrası teknik destek hizmetleri gibi birçok önemli konu detaylı olarak ele alınmaktadır. İşletmelerde kullanılacak olan KKP yazılımının işletme fonksiyonları, faaliyetlerini, çalışanları ve işletme performansını etkilemesi dış kaynak kullanımı yoluyla KKP yazılımı seçim kararını oldukça önemli kararlardan biri haline getirmektedir.

Bu çalışma dış kaynak kullanım yoluyla KKP yazılımı seçimi probleminde birden çok nitel ve nicel kriterin belirsizlik altında göz önünde bulundurulduğu bir çözüm yaklaşımı önerilmiştir. Çalışmada KKP yazılım alternatifleri değerlendirilmesinde kullanılacak seçim kriterleri ağırlıklarının ayrı bir veri setine ihtiyaç duymadan oluşturulan bulanık karar matrisi kullanılarak hesaplanabilmesi nedeniyle Entropi yöntemiyle belirlenmiştir. Alternatiflerin sıralanmasında Bulanık Copras yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın literatüre sağladığı katkılar şu şekildedir:

- Çalışma, karar verme sürecine belirsizliği dahil ederek çözüm önerisi sunmaktadır.
- Birden fazla karar vericinin ayrı ayrı görüşlerinin toplanıp sonrasında bütünleştirilmesiyle karar matrisi oluşturulmaktadır.
- Sadece karar vericilerin alternatifleri kriterlere göre değerlendirmeleriyle elde edilen bulanık karar matrisi kullanarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve alternatiflerin sıralamasının elde edilebilmesi yönüyle yöntem veri seti azlığı avantajı sağlamaktadır.
- Önerilen çözüm yaklaşımının gerçek hayat problemine uygulanması sunulmaktadır.
- Gerçekleştirilen duyarlılık analiziyle kriter ağırlıklarındaki değişimin sonuca etkisi vurgulanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde KKP yazılım seçim problemini içeren yayınlar taranarak sunulmuştur. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntemler tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde önerilen yaklaşımın uygulaması ve uygulama sonuçları yer almaktadır. Son bölüm sonuçlar ve değerlendirmeleri içermektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Dış kaynak kullanımıyla Kurumsal Kaynak Planlaması yazılımının seçimi probleminde, birden fazla alternatif yazılımın birden fazla değerlendirme kriterine göre ele alınarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ve çeşitli yöneylem araştırması yöntemleri kullanılarak firma beklentilerini karşılayacak KKP yazılımının seçimi gerçekleştirilmektedir. Çalışmanın bu kısımda ilgili literatürde KKP yazılım seçim problemini ele alan çalışmalar sunulmuştur.

Ayağ ve Özdemir (2007) çalışmalarında KKP yazılım alternatiflerini değerlendirmek için nicel ve nitel unsurların dikkate alındığı KKP yazılım seçim problemi için bulanık analitik ağ süreci tabanlı bir yaklaşım önermişlerdir. Ünal ve Güner (2009) analitik hiyerarşik süreç yöntemiyle giyim endüstrisinde KKP sağlayıcısı seçim problemini ele almıştır. Şen vd. (2009), KKP yazılım seçiminde sistematik bir değerlendirme yapabilmek için hem nitel hem de nicel hedefler içeren hiyerarşik bir hedef yapısı olan bulanık çok kriterli karar verme prosedürü ve en uygun alternatifin belirlenmesinde çok amaçlı bir programlama modeli kullanan bir karar destek sistemi sunmuşlardır. Kahraman vd. (2010) otomotiv işletmesinin üç KKP yazılım alternatifi arasından en iyi olan alternatifin seçimi problemine, bulanık AHP yaklaşımıyla belirsizliğinde dikkate alındığı bulanık çok kriterli bir karar verme metodolojisi önermişlerdir. Görener (2011) çalışmalarında KKP yazılımı seçiminde kullanılacak olan kriter ağırlıklarını analitik ağ süreci modeliyle belirlemişlerdir. VIKOR metodu ile alternatif yazılımlar arasında bir sıralama elde edilmiştir. Gürbüz vd. (2012) KKP alternatiflerini değerlendirmek için analitik ağ süreci yöntemi yardımıyla çalışmada kullandıkları kriter ağırlıklarını belirlemiş, choquet integrali ve MACBETH yöntemlerini içeren hibrit bir çok kriterli karar verme yaklaşımıyla alternatiflerin sıralanmasını sunmuşlardır. Vayvay vd. (2012) problem için analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemleri uygulamışlar ve buldukları sonuçları karşılaştırdıklarında iki yöntemde de aynı

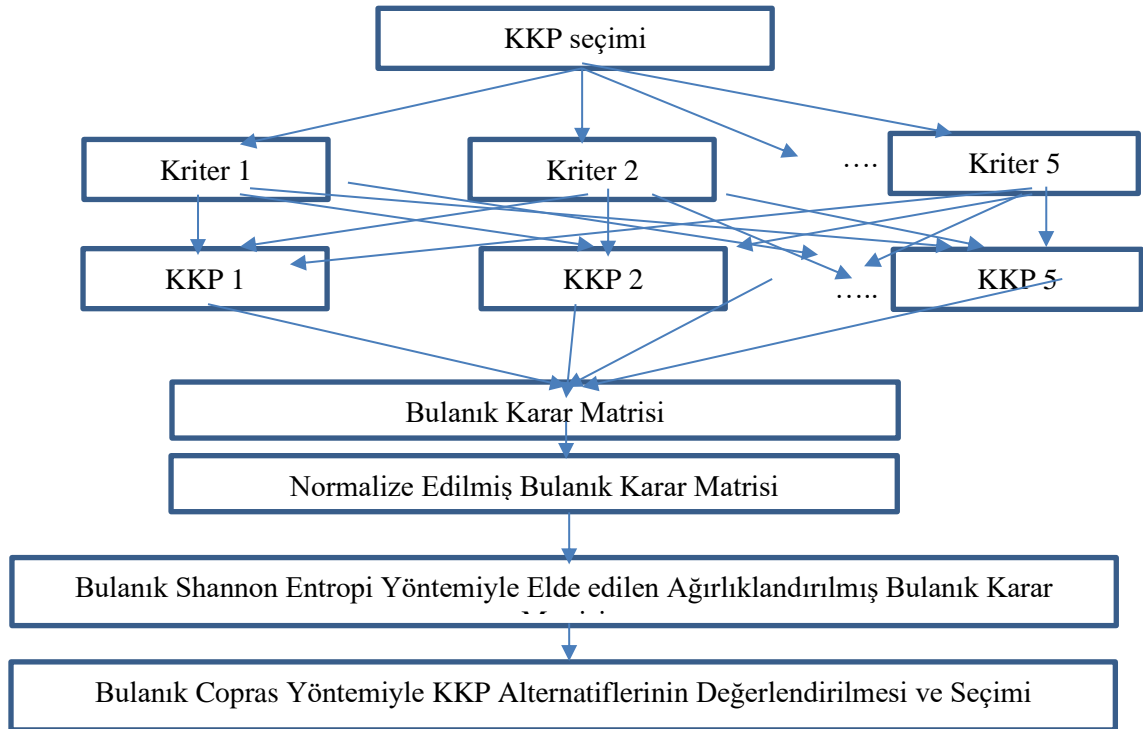
sıralamayı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Vatansaver ve Uluköy (2013), çalışmalarında kriter ağırlıklarını bulanık AHP yöntemiyle elde edip, karar grubunun belirlediği altı ana kriter yardımıyla karar grubu beş alternatif KKP yazılımının değerlendirilmesinde bulanık MOORA yöntemini kullanmışlardır. Perçin ve Gök (2013), dört ana kriter kullanım kolaylığı, tedarikçi firma kriterleri, uygulama ve performans, maliyet ana kriterleri ve on dokuz alt KKP yazılımı seçim kriterini değerlendirme sürecinde kullanarak analitik ağ süreci ve TOPSİS yöntemlerinden oluşan bir yaklaşım önermişlerdir. Yıldız ve Yıldız (2014) çalışmalarında on değerlendirme kriteriyle beş alternatif KKP yazılımının bulanık TOPSİS yöntemiyle değerlendirildiği bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Kılıç vd. (2014), Türk Hava Yolları'nın KKP yazılım seçimi problemi için üç aşamadan oluşan bir yaklaşım önermişlerdir. İlk aşamada beyin fırtınası yöntemiyle değerlendirme kriterleri tanımlanmış, ikinci aşamada değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları belirsizliği ele alan bulanık bir AHP yöntemiyle elde edilmiş ve son aşamada da TOPSİS yöntemiyle alternatif KKP yazılımları sıralaması gerçekleştirilerek en uygun olan yazılım seçimi gerçekleştirilmiştir. Efe (2016) çalışmasında KKP yazılım sistem seçimi için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS kullanarak bir grup karar alma sürecini gerçekleştirmiştir. Ecer (2016) çalışmalarında alternatif KKP yazılımlarını belirledikleri yedi ana kriterlere göre değerlendirip, Aras yöntemiyle alternatif KKP yazılımlarının sıralamasını elde etmişlerdir. Özkan Özen ve Koçak (2017), yazılım özellikleri, maliyet, kurulum süresi, firma özellikleri ana kriterlerinin ve alt kriterlerin ağırlıklarını bulanık AHP yöntemi ve alternatif KKP yazılımlarını kriterler gözününe alınarak bulanık DEMATEL yöntemiyle değerlendirmiş ve en uygun olan yazılımının seçimini gerçekleştirmişlerdir. Başar ve Özkan (2017), KKP yazılım seçim probleminde VİKOR yöntemiyle uzlaştırıcı bir alternatif sıralaması elde ederek en uygun yazılımı tespit etmişlerdir. Temur ve Polat (2018) çalışmalarında KKP yazılım seçiminde bulut tabanlı tasarım optimizasyonu çok kriterli karar verme aracı olarak kullanmış ve kararsızlığın KKP seçim prosedürü üzerindeki etkisini doğrulamışlardır. Sagnak ve Kazancoglu (2019) çalışmalarında KKP yazılımının seçiminde stratejik uyumluluk, maliyet, değişimin yönetimi, uygulanabilirlik, risk, firma fonksiyonelliği, tedarikçi bilgileri, esneklik, teknoloji, faydalardan oluşan on kriteri hedef programlama ve ÇKKV yöntemlerinden olan bulanık analitik ağ süreci yöntemlerinin birleştirilmesiyle oluşan bir çözüm yaklaşımı ile ele alarak en uygun olan alternatif belirlenmiştir. Ayçin (2019) KKP seçimi problemi için MACBETH yöntemiyle değerlendirme kriter ağırlıklarının belirlendiği ve MABAC yöntemiyle de en uygun olan alternatifin seçimini gerçekleştirildiği bir çözüm yaklaşımı önermiştir. Czekster vd. (2019) sağlık tesisinin KKP yazılımı seçimi problemine analitik hiyerarşi süreç yönteminin kullanıldığı bir çözüm yaklaşımı sunmuşlardır. Koska ve Erdem (2021) gıda sektöründe kurumsal kaynak planlaması yazılımı seçimine analitik hiyerarşi yöntemiyle çözüm önerisi sunmuşlardır. Bhatt vd. (2021) çalışmalarında, özellikle Hindistan bağlamında KOBİ'ler için ERP benimseme kararını etkileyen çeşitli faktörlerin bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemini kullanarak araştırmış ve sıralamışlardır.

Yapılan detaylı literatür taramasında çalışmada ele alınan KKP yazılım seçim problemine önerilen bütünleşik bulanık Entropi- Copras çözüm yaklaşımını ele alan çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Çalışma bu yönüyle literatürde önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde entropi yöntemi, başlangıç karar matrisi elde olmasının ağırlıklandırma yapmak için yeterli olmasından az veriye ihtiyaç duyulması ve uygulama kolaylığı nedeniyle kullanılmıştır. Çalışmada alternatiflerin değerlendirilmesi ve sıralanmasında kullanılan Copras yöntemi, ele alınan problem için sıklıkla kullanılan TOPSİS, AHP gibi ÇKKV yöntemleriyle karşılaştırıldığında fazla hesaplama gerektirmemesi ve kullanım açısından daha uygun olması, hem nicel hem nitel kriterleri değerlendirme olanağı sağlaması, alternatifleri birbiriyle karşılaştırılması yoluyla diğer alternatiflerden ne derece iyi veya kötü olduğunun oransal olarak analizini göstermesi nedeniyle tercih edilmiştir.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada sunulan metodolojik yaklaşım bu bölümde sunulmaktadır. İlk kısımda bulanık küme teorisi ve bulanık mantığın matematiksel operasyonları tanımlanmıştır. Devamında bulanık shannon entropi yöntemi ve bulanık copras yöntemi ayrıntılı olarak tanıtılmıştır. Şekil 1 çalışmada amaçlanan karar hiyerarşisinin yapısını göstermektedir.

Şekil 1. KKP Seçiminin Hiyerarşik Yapısı

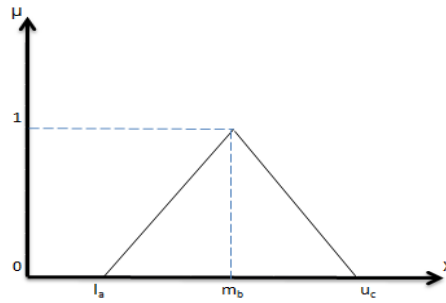


3.1. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık küme teorisi Zadeh (1965) tarafından ortaya konulmuştur. Bulanık küme teorisi, karar vericilerin değerlendirme sürecinde belirsiz bilginin olduğu durumları modellemekte kullanılmakta ve karar vericilere değerlendirmelerini dilsel değişkenlerle yapma avantajı sunmaktadır. Dilsel ifadelerin sayılara çevrilmesinde bulanık küme ve üyelik fonksiyonu kullanılmaktadır. Üyelik fonksiyonu değeri eşitlik (1) 'de belirtildiği şekilde elde edilmektedir (Kahraman et al., 2004: 174). Çalışmada kullanılan üçgen bulanık sayı gösterimi (l_a, m_b, u_c) ve grafiksel gösterimi Şekil 2 'de sunulduğu şekildedir (Deng, 1999: 217). Üçgen bulanık sayıda sırasıyla en küçük değer, orta değer ve en büyük belirtilmektedir. Şekil 1 'de görüldüğü gibi verilen değerlerin dışında kalan alandaki üyelik fonksiyon değeri sıfırdır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l_a}{m_b-l_a} & \text{for } l_a \leq x \leq m_b \\ \frac{x-u_c}{u_c-m_b} & \text{for } m_b \leq x \leq u_c \\ 0 & \text{for } x < l_a, x > u_c \end{cases} \quad (1)$$

Şekil 2. Üçgen Bulanık Sayı



İki bulanık üçgen sayı $\tilde{X} = (x_1, x_2, x_3)$ and $\tilde{Y} = (y_1, y_2, y_3)$ toplama, çıkarma, çarpma, bölme matematik operasyonları, iki sayı arasındaki uzaklık, bulanık üçgen sayının gerçek sayıya dönüştürülmesi aşağıda belirtildiği şekilde yapılmaktadır:

$$\tilde{X} + \tilde{Y} = (x_1, x_2, x_3) + (y_1, y_2, y_3) = (x_1 + y_1, x_2 + y_2, x_3 + y_3) \quad (2)$$

$$\tilde{X} - \tilde{Y} = (x_1, x_2, x_3) - (y_1, y_2, y_3) = (x_1 - y_1, x_2 - y_2, x_3 - y_3) \quad (3)$$

$$\tilde{X} * \tilde{Y} = (x_1, x_2, x_3) * (y_1, y_2, y_3) = (x_1 y_1, x_2 y_2, x_3 y_3) \quad (4)$$

$$\tilde{X} / \tilde{Y} = (x_1, x_2, x_3) / (y_1, y_2, y_3) = (x_1 / y_1, x_2 / y_2, x_3 / y_3) \quad (5)$$

$$d(\tilde{X}, \tilde{Y}) = \sqrt{1/3[(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + (x_3 - y_3)^2]} \quad (6)$$

$$\text{Gerçek } (\tilde{X}) = \frac{x_1 + 2x_2 + x_3}{4} \quad (7)$$

$$\tilde{X} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) \quad a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\} \quad b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_k b_{ijk} \quad c_{ij} = \max_k \{c_{ijk}\} \quad (8)$$

Tablo 1 'de sunulan dilsel ifadeler kriter ağırlığı belirleme ve alternatiflerin kriterlere göre değerlendirmesinde kullanılmıştır. Birden fazla karar vericinin olduğu karar verme problemlerinde, her

karar vericinin alternatifleri kriterlere göre değerlendirmelerini içeren karar matrisleri karar verici sayısı kadardır. Bu durumda tek bir karar matrisinin elde edilebilmesinde Eşitlik 8 kullanılmaktadır. Eşitlik 8’de oluşturulan $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ bütünleştirilmiş bulanık sayıyı ifade etmektedir

Tablo 1. Kriterleri İçin Dilsel İfadeler Ve Bulanık Sayı Karşılığı

Dilsel Değişken	Fayda Kriterleri için Bulanık Sayı	Maliyet Kriterleri için Bulanık Sayı
Çok zayıf (ÇY)	(0, 0, 1)	(1, 0, 0)
Zayıf (Z)	(0, 1, 3)	(3, 1, 0)
Orta Zayıf (OZ)	(1, 3, 5)	(5, 3, 1)
Orta (O)	(3, 5, 7)	(7, 5, 3)
Orta İyi (Oİ)	(5, 7, 9)	(9, 7, 5)
İyi (İ)	(7, 9, 10)	(10, 9, 7)
Çok İyi (Çİ)	(9, 10, 10)	(10, 10, 9)

3.2. Bulanık Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi Shannon (2001) tarafından ilk olarak termodinamiğin ikinci yasası olan Entropi kavramı bilgi sistemlerine uyarlanmıştır. Sistemdeki sinyallerin belirsizliğine "bilgi entropisi" ölçüsü denilmektedir. Entropi yöntemi elde olan bilginin faydalı kısmını ölçmede kullanılmaktadır. Yöntemde kriter ağırlıklarının elde edilmesinde karar matrisi kullanılmaktadır. Yöntemin avantajı, diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde kriter ağırlığı belirlenirken ayrı bir veri setine ihtiyaç varken bu yöntemde oluşturulan karar matrisi ile kriter ağırlıkları hesaplanabilmektedir.

m alternatif ve n değerlendirme kriterinden oluşan \hat{X} bulanık karar matrisinin öğeleri olan $\hat{x}_{ij}=(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ i’nci alternatifin j’nci kriterlerini ifade etmektedir ve bu Eşitlik 9 ‘da sunulduğu şekilde gösterilmektedir.

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Bulanık Entropi yöntemiyle kriter ağırlıklarının belirlenmesi adımları Kacprzak (2017) çalışmasında sunduğu şekilde tanımlanmış ve Shannon entropi yöntem adımları bulanık ortamda aşağıda verildiği şekildedir.

Adım 1: Eşitlik 10 ile normalize karar matrisi hesaplanır.

$$\tilde{z}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{\sum_{i=1}^m l_{ij}}, \frac{m_{ij}}{\sum_{i=1}^m m_{ij}}, \frac{u_{ij}}{\sum_{i=1}^m u_{ij}} \right) \quad (10)$$

Adım 2: Eşitlik 11 ile Bulanık Shannon entropi vektörü $\hat{e} = (\hat{e}_1, \hat{e}_2, \hat{e}_3)$ oluşturulur.

$$\tilde{e}_j = \left(-\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m l_{ij} \ln l_{ij}, -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m m_{ij} \ln m_{ij}, -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m u_{ij} \ln u_{ij} \right) \quad (11)$$

Adım 3: Bulanık çeşitlendirme vektörü \hat{d}_j Eşitlik 12 kullanılarak elde edilir.

$$\tilde{d}_j = \left(1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m l_{ij} \ln l_{ij}, 1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m m_{ij} \ln m_{ij}, 1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m u_{ij} \ln u_{ij} \right) \quad (12)$$

Adım 4: Bulanık kriter ağırlıkları (\hat{w}_j) Eşitlik 13 ile hesaplanır.

$$\tilde{w}_j = \left(\frac{1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m l_{ij} \ln l_{ij}}{\sum_{j=1}^n \frac{1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m l_{ij} \ln l_{ij}}}, \frac{1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m m_{ij} \ln m_{ij}}{\sum_{j=1}^n \frac{1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m m_{ij} \ln m_{ij}}}, \frac{1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m u_{ij} \ln u_{ij}}{\sum_{j=1}^n \frac{1 - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m u_{ij} \ln u_{ij}}} \right) \quad (13)$$

3.3. Bulanık COPRAS Yöntemi

Copras yöntemi, Zavadskas ve Kaklauskas (1996) tarafından ortaya konmuş analitik ve nicel çok özellikli karar verme yöntemidir. Yöntem, fayda kriterlerinin fayda değerini en yüksek seviyeye çıkarmak, faydasız kriterlerin fayda değerini en alt seviyeye çekmeyi amaçlamaktadır. Bulanık Copras yöntemiyle alternatiflerin sıralanması adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Bulanık karar matrisi normalize edilir.

Adım 2: Normalize bulanık karar matrisi (\tilde{R}), bulanık ağırlıklarla çarpılarak ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi ($\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$) oluşturulur.

Adım 3: \tilde{S}_i^+ faydalı kriterlerin ağırlıklı bulanık normalize değerlerinin toplamı, \tilde{S}_i^- faydasız kriterlerin ağırlıklı normalize değerlerinin toplamı hesaplanır.

Adım 4: Her alternatifin görelî önem düzeyi Eşitlik 14 ile elde edilir.

$$\tilde{Q}_i = \tilde{S}_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m \tilde{S}_i^-}{\tilde{S}_i^- \sum_{i=1}^m \frac{1}{\tilde{S}_i^-}} \quad (14)$$

Adım 5: Eşitlik 15 kullanılarak, elde edilen \tilde{Q}_i değerleri durulaştırılır.

$$x_{ij} = \left(\frac{(u_{ij} - l_{ij}) + (m_{ij} - l_{ij})}{3} + l_{ij} \right) \quad (15)$$

Adım 6: Alternatiflerin performans endeksleri (P_i) Eşitlik 16 yardımıyla hesaplanır. En yüksek performans endeksine sahip olan alternatif en iyi alternatiftir.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} 100\% \quad (16)$$

4. UYGULAMA

Çalışmada üretim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin dış kaynak kullanımı ile tedarik edilecek olan Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) yazılımı seçimi problemi ele alınmıştır. Önerilen çözüm yaklaşımında, Entropi yöntemi kriterlerin önem derecelerinin hesaplanmasında ve Bulanık Copras yöntemi alternatif KKP yazılımlarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Çalışmada önerilen çözüm yaklaşımı aşağıda belirtilen aşamalara izleyerek uygulanmıştır.

Aşama 1- Karar grubunun oluşturulması: KKP yazılımı konusunda uzman olan üç kişilik bir karar grubu işletme yetkilisi tarafından belirlenmiştir.

Aşama 2- Alternatiflerin belirlenmesi: Karar grubunun yaptığı incelemeler ve araştırmalar sonucunda işletme için tercih edilebilecek olan beş farklı KKP yazılımı tespit edilmiştir.

Aşama 3- Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi: Karar grubu tarafından KKP yazılım seçiminde alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan seçim kriterleri belirlenmiştir. Yapılan ilgili literatür incelemesi karar grubu ile paylaşılmış ve karar grubun görüşlerine başvurularak beş değerlendirme kriteri belirlenmiştir. Bunlar finansal boyut (K1), yazılım özellikleri (K2), KKP yazılımının işletme beklentilerini karşılama seviyesi (K3), KKP yazılımı tedarikçi işletmenin kurulum ve destek hizmetleri (K4), KKP yazılımının uyarlanması ve kullanımı (K5)'dir. Finansal boyut kriteri lisans ücretleme, güncelleme maliyeti, danışmanlık masrafları, bakım maliyeti, ekstra çıkması olası diğer mali durumların olma olasılığı, alt yapı maliyetleri içermesinden dolayı daha sayısal bir yapı içermesine rağmen bu maliyetlere ek olarak her alternatifte karşılaşma durumumuzun olacağı ekstra finansal harcama öngörülerini de içerdiğinden bu kriterin dilsel ifadelerle değerlendirilmesi karar grubu tarafından uygun görülmüştür. Yazılım özellikleri kriteri yazılımın yükseltme yeteneği, entegrasyon kolaylığı, geliştirmeye açık olmasını kapsamakta; KKP yazılımının işletme beklentilerini karşılama seviyesi kriteri modülleri fonksiyonel uygunluk, güvenlik seviyesi, bilgileri kurtarma yeteneğini içermekte; KKP yazılımı tedarikçi işletmenin kurulum ve destek hizmetleri kriteri içerisinde firma tanınırlığı, danışmanlık performansı, araştırma geliştirme kabiliyeti, teknik destek kabiliyeti, eğitim performansı yer almakta; KKP yazılımının adapte edilmesi ve kullanımı kriteri operasyonların kolaylığı, öğrenme kolaylığı, hız, kullanıcılar için sürdürülebilirliği, raporlamasını kapsamaktadır.

Aşama 4- Kriter ağırlıklarının belirlenmesi: Entropi yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Yöntemin avantajı olan kriter ağırlıklarının belirlenmesi için tekrar bir değerlendirme yapılması gerekmediğinden Tablo 1'de sunulan dilsel ifadeler kullanarak üç karar vericiden beş alternatif KKP yazılımını belirlenen beş değerlendirme kriterine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda üç karar verici tarafından oluşturulan üç ayrı karar matrisi Tablo 2'de dilsel ifadelerle sunulmuştur. Karar vericilerin belirlediği dilsel değişkenler bulanık sayı karşılıklarına çevrilmiş ve karar vericilerin karar matrisleri Eşitlik 8 yardımıyla bütünleştirilip Tablo 3'de verilen bütünleştirilmiş bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Eşitlik 10 kullanılarak Tablo 4'de sunulan normalize edilmiş karar matrisi, Eşitlik 11 ile Tablo 5'de de bulanık entropi vektör değeri (e_j), Eşitlik 12 yardımıyla bulanık çeşitlendirme vektörü (d_j) ve bulanık kriter ağırlıkları (w_j) Eşitlik 13 ile hesaplanarak sunulmuştur.

Tablo 2. Alternatiflerin Kriterlere Göre Dilsel İfadelerle Değerlendirilmesi

Alternatif / Kriter	Karar verici 1					Karar verici 2					Karar verici 3				
	K1	K2	K3	K4	K5	K1	K2	K3	K4	K5	K1	K2	K3	K4	K5
A1	Çİ	Oİ	Oİ	Oİ	İ	Çİ	İ	O	İ	Oİ	Çİ	Oİ	İ	Çİ	İ
A2	O	İ	İ	OZ	Çİ	Oİ	Çİ	Oİ	O	Çİ	Oİ	O	OZ	Oİ	Oİ
A3	İ	Çİ	Çİ	İ	O	İ	Oİ	İ	Oİ	İ	İ	İ	Oİ	İ	O
A4	Z	OZ	O	OZ	OZ	Z	OZ	İ	OZ	OZ	OZ	OZ	İ	OZ	OZ
A5	OZ	OZ	Z	O	OZ	OZ	OZ	OZ	OZ	OZ	OZ	OZ	OZ	OZ	OZ

Tablo 3. Bütünleştirilmiş Karar matrisi

Kriterler/Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5
A1	(10, 10, 9)	(5, 7.7, 10)	(3, 7, 10)	(5, 8.7, 10)	(5, 8.3, 10)
A2	(7, 6.3, 5)	(3, 8, 10)	(1, 6.3, 10)	(1, 5, 9)	(5, 9, 10)
A3	(10, 9, 7)	(5, 8.7, 10)	(5, 8.7, 10)	(5, 8.3, 10)	(3, 6.3, 10)
A4	(3, 1.7, 1)	(1, 3.7, 7)	(3, 7.7, 10)	(1, 3, 5)	(1, 3.7, 7)
A5	(5, 3, 1)	(1, 3, 5)	(1, 3.7, 7)	(1, 4.3, 7)	(1, 3, 5)

Tablo 4. Normalize Edilmiş Karar matrisi

Kriterler/Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5
A1	(0.286,0.333,0.391)	(0.333,0.247,0.238)	(0.231,0.210,0.213)	(0.385,0.295,0.244)	(0.333,0.275,0.238)
A2	(0.200,0.211,0.217)	(0.200,0.258,0.238)	(0.077,0.190,0.213)	(0.077,0.170,0.220)	(0.333,0.297,0.238)
A3	(0.286,0.300,0.304)	(0.333,0.280,0.238)	(0.385,0.260,0.213)	(0.385,0.284,0.244)	(0.200,0.209,0.238)
A4	(0.086,0.056,0.043)	(0.067,0.118,0.167)	(0.231,0.230,0.213)	(0.077,0.102,0.122)	(0.067,0.121,0.167)
A5	(0.143,0.100,0.043)	(0.067,0.097,0.119)	(0.077,0.110,0.149)	(0.077,0.148,0.171)	(0.067,0.099,0.119)

Tablo 5. Bulanık Shannon Entropi Değerleri ve Kriter Ağırlıkları

Kriterler/Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5
e_j	(0.948,0.899,0.829)	(0.879,0.951,0.980)	(0.894,0.978,0.995)	(0.824,0.954,0.981)	(0.879,0.949,0.980)
d_i	(0.052,0.101,0.171)	(0.121,0.049,0.020)	(0.106,0.022,0.005)	(0.176,0.046,0.019)	(0.121,0.051,0.020)
w_i	(0.012,0.021,0.036)	(0.027,0.010,0.004)	(0.024,0.005,0.001)	(0.040,0.010,0.004)	(0.027,0.011,0.004)

Aşama 5- Alternatiflerin sıralanması: En uygun olan KKP yazılımının seçiminde bulanık Copras yöntemiyle alternatifler değerlendirilmiştir. Eşitlik 14-16'leri bulanık Copras yönteminin hesaplanmasında kullanılmıştır. Üç uzman belirlenen değerlendirme kriterlerine göre alternatifleri değerlendirmişler ve Tablo 3'de sunulan bütünleştirilmiş karar matrisi elde edilmiştir. Tablo 4'de verilen normalize edilmiş karar matrisi, bulanık Shannon entropi yöntemiyle elde edilen ağırlıklarla ağırlıklandırılmış ve Tablo 6 ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulmuştur. Eşitlik 14-16 kullanılarak Tablo 7'de sunulan bulanık Copras yöntem değerleri hesaplanmış ve alternatiflerin sıralaması elde edilmiştir.

Tablo 6. Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	(0.003,0.007, 0.014)	(0.009, 0.003, 0.001)	(0.006, 0.001, 0.000)	(0.015, 0.003, 0.001)	(0.009, 0.003, 0.001)
A2	(0.002, 0.005, 0.008)	(0.005, 0.003, 0.001)	(0.002, 0.001, 0.000)	(0.003, 0.002, 0.001)	(0.009, 0.003, 0.001)
A3	(0.003, 0.006, 0.011)	(0.009, 0.003, 0.001)	(0.009,0.001, 0.000)	(0.015, 0.003, 0.001)	(0.005, 0.002, 0.001)
A4	(0.001, 0.001, 0.002)	(0.002, 0.001, 0.001)	(0.006, 0.001, 0.000)	(0.003, 0.001, 0.000)	(0.002, 0.001, 0.001)
A5	(0.002, 0.002, 0.002)	(0.002, 0.001, 0.001)	(0.002, 0.001, 0.000)	(0.003, 0.001, 0.001)	(0.002, 0.001, 0.001)

Tablo 7. Bulanık Copras Yöntem Değerleri ve Alternatiflerin Nihai Sıralaması

Alt.	\tilde{S}_i^+	\tilde{S}_i^-	\tilde{Q}_i	Q_i	P_i	Sıralama
A1	(0.039, 0.009, 0.003)	(0.003, 0.007, 0.014)	(0.039, 0.011, 0.014)	0.021	96.56	3
A2	(0.019, 0.008, 0.003)	(0.002, 0.005, 0.008)	(0.020, 0.011, 0.018)	0.016	74.20	4
A3	(0.039, 0.009, 0.003)	(0.003, 0.006, 0.011)	(0.039, 0.011, 0.014)	0.021	96.61	2
A4	(0.012, 0.005, 0.002)	(0.001, 0.001, 0.002)	(0.014, 0.014, 0.038)	0.022	100.00	1
A5	(0.009, 0.004, 0.002)	(0.002, 0.002, 0.002)	(0.010, 0.010, 0.023)	0.014	65.00	5

4.1. Duyarlılık Analizi

Bu bölümde, kriter ağırlıklarının yöntem sonuçlarına etkisini incelemek için duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Duyarlılık analizini gerçekleştirerek sonuç sıralamanın kriter değişimlerine karşı

sağlamlığını, yapılan küçük değişikliklerin aynı varsayımlar altında sonucu nasıl etkilediğini, hesaplanan sonuçların tutarlılığını ortaya koymaktadır.

Duyarlılık analizinde, kriterlere bağlı olarak farklı senaryolar oluşturmakta ve her bir senaryodaki yeni durumda alternatif sıralamasında değişiklikler incelenmektedir. Kriter ağırlıklarında yapılan ufak bir değişiklikte sıralamanın değişmesi durumunda sonuçların oldukça duyarlı olduğu; sıralamada değişiklik olmaması sonuçların oldukça güçlü olduğu söylenmektedir.

Çalışmada, her bir kriter ağırlığının değerleri güncellenerek gerçekleştirilen elli farklı senaryoyla bu güncellemelerin alternatiflerin sıralanmasına etkisi incelenmiştir. Daha önce sunulan çalışmalarda, sıralamada ilk üç sırada olan kriterlerin ağırlıklarının değişiminin incelenmesi ele alınmıştır (Stankovic vd., 2020). Bu tür bir yaklaşım, kalan kriterlerin ağırlıklarındaki değişikliklerin potansiyel etkilerini dikkate almadığından sınırlı bir sonuç verebilir. Bu çalışma, sonuçlara az ya da çok etkisi olan tüm kriterlerin potansiyel etkilerini dikkate alınmıştır. Çalışmada incelenen her bir senaryoda yer alan her faktörün ağırlığı %10 oranında azalacak şekilde değiştirilirken, kalan faktörlerin ağırlıkları da düzeltilerek ağırlıkların toplamının 1 olması şartı sağlanmıştır. Kriterlerin yeni ağırlık değerleri, sırasıyla Eşitlik 17, 18 ve 19 kullanılarak her senaryo için belirlenmiştir.

$$w_n^1 = w_o^1 - (w_o^1 \alpha) \quad (17)$$

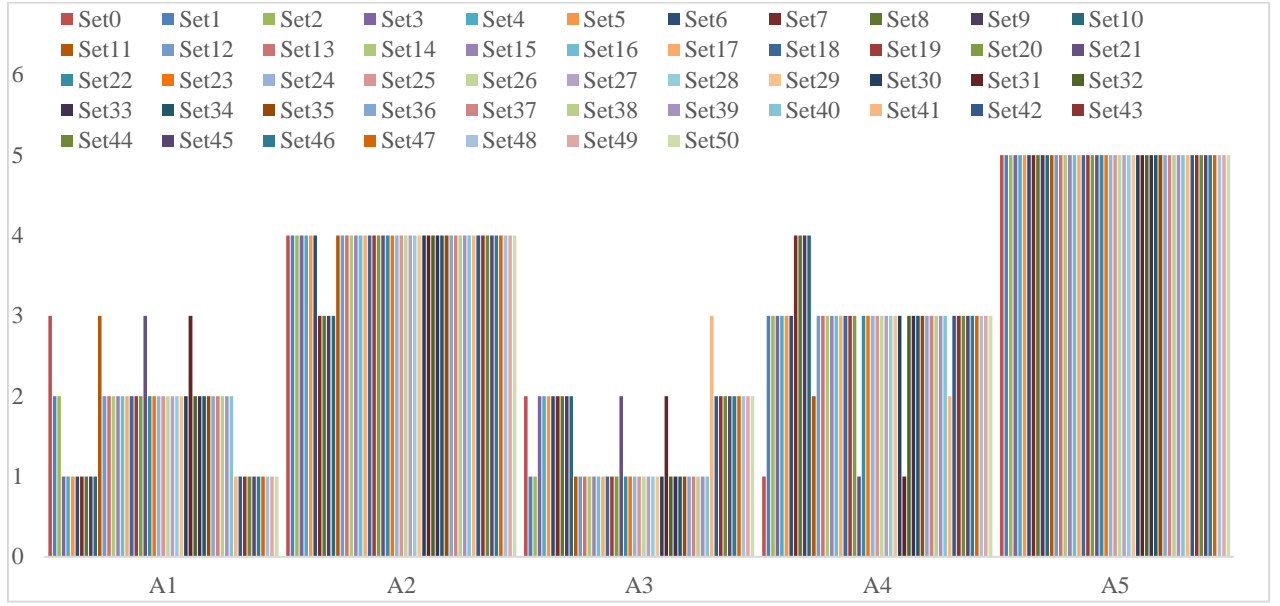
$$w_{nv}^2 = w_{ov}^2 + \frac{(1 - w_n^1)}{(n - 1)} \quad (18)$$

$$w_n^1 + \sum w_{nv}^2 = 1 \quad (19)$$

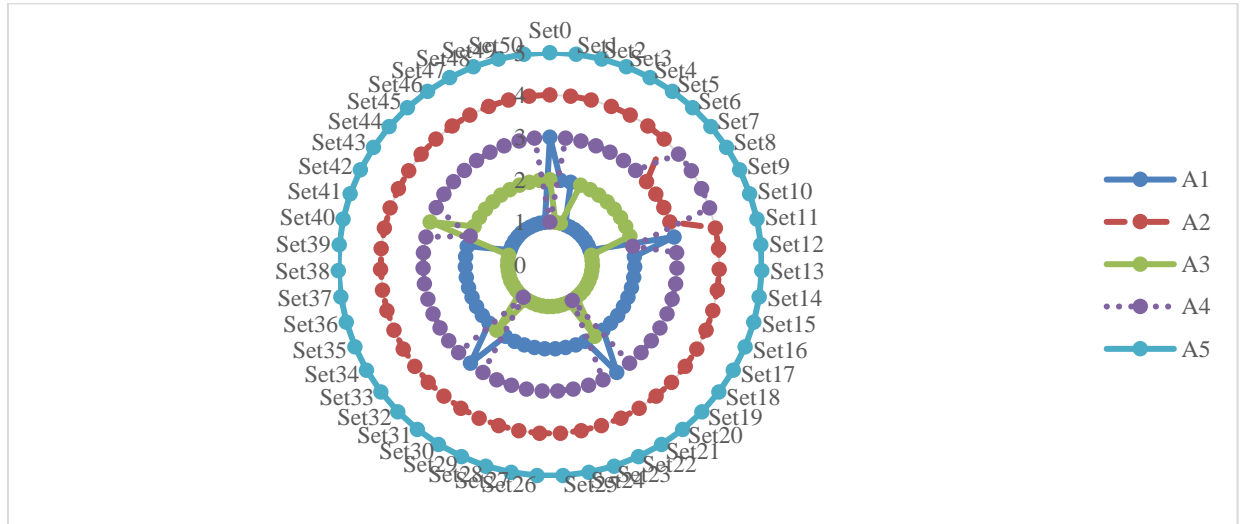
w_n^1 , j'inci kriterin güncellenmiş ağırlık değerini, w_o^1 , j'inci kriterin eski ağırlık değerini, α kriterlerin yüzdelik (%10, %20,...,%100) güncelleme derecesi, w_{nv}^2 geri kalan diğer kriterlerin güncellenmiş değerini, w_{ov}^2 geri kalan diğer kriterlerin eski değerini göstermektedir.

Farklı senaryoların ağırlık konfigürasyonları duyarlılık analizinde kullanılmıştır. Eşitlik 10-16 kullanılarak her bir senaryo için alternatiflerin performans endeksleri (P_i) hesaplanmış ve her bir grup için sonuç sıralamaları elde edilmiştir. Şekil 3, alternatiflerin elde edilen sıralarını ve ilk sonuçların ilk senaryo grubundaki, yani S1-S50'daki sonuçlarla karşılaştırmasını göstermektedir. Şekil 4 her bir senaryo için elde edilen alternatif sıralamalarını sunmaktadır. Duyarlılık analizi sonuçlarına göre, alternatif KKP'lerin sıralanması kriterlerin önem derecelerinin değişmesinden dolayı Şekil 4'de görüldüğü gibi değişebilmektedir. Kriter ağırlıklarına göre ilk sırada yer alan birinci kriterin ağırlık değerinin değişimiyle ilk sırada yer alan A4 alternatifinin sıralaması değişebilmektedir. Sonuçlar kriter ağırlığındaki değişimlerin çoğunlukla ilk üç sıralama yer alan A4, A3 ve A1 alternatiflerinin sıralamasında değişimlere neden olduğu görülmektedir. Bu nedenle, elde edilen sonuçlar için karar verme modelimizin sağlam olduğu gibi kısmen kriter ağırlıklarına duyarlı olduğu açıktır.

Şekil 3. Senaryo Set1-Set50 ile İlk sonuçların Karşılaştırılması



Şekil 4. Kriter ağırlıklarındaki Değişimlerin Alternatif Sıralamasına Etkileri.



5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde işletmeler sektörlerinde önde olabilmek ve pazar hacimlerini artırabilmek adına dış kaynak kullanımını yaygın olarak tercih etmektedirler. İşletmeler belli faaliyetlere odaklandıklarında faaliyetleri daha uygun maliyetle gerçekleştirebilmektedirler. İşletmelerde bu durumda ürünleri/yarı mamulleri/hizmeti kendi bünyelerinde gerçekleştirmek yerine dış kaynak kullanımına yönelmektedirler. İşletmeler bütünsel bir bakış açısıyla işletmelerini yönetebilecekleri KKP yazılımlarını kullanmaktadırlar. Bu yazılımları da sektöründe önde olan işletmelerden dış kaynak kullanımı ile tedarik etmektedirler.

Çalışmada mobilya işletmesinin çok kriterli karar verme problemi olan dış kaynak kullanımıyla KKP yazılımının seçimi problemi incelenmiştir. KKP yazılımının seçimi problemine bütünlük bir

çözüm yaklaşımı olan bulanık Entropi ve Copras önerilmiştir. Önerilen yaklaşımda birden fazla kriterin olduğu problemde kriter ağırlıkları bulanık Entropi yöntemiyle hesaplanmıştır. KKP alternatif yazılımların sıralanmasında Bulanık Copras yöntemi uygulanmıştır. Gerçekleştirilen duyarlılık analizi ve sonuçları, modelin uygulanabilirliğini doğrulamıştır.

Çalışmada ele alınan KKP yazılım seçiminde kullanılacak olan kriterler finansal boyut (K1), yazılım özellikleri (K2), KKP yazılımının işletme beklentilerini karşılama seviyesi (K3), KKP yazılımı tedarikçi işletmenin kurulum ve destek hizmetleri (K4), KKP yazılımının uyarlanması ve kullanımı (K5) kriterleri olarak belirlenmiştir. Problemden karar vericilerin yaptığı değerlendirmeler neticesinde yapılan hesaplamalara göre finansal boyut kriteri problemde değerlendirme sürecinde etkisi olan en önemli kriterdir. En önemli kriterden en az önemli olana doğru kriterlerin sıralaması K1, K4, K5, K2, K3 'dir. Alternatiflerin sıralama sonucunda ilk sırada yer alan KKP yazılım alternatifi A4'tür. İlk sıradan azalan önem derecesine göre alternatiflerin sıralanması A4, A3, A1, A2, A5'dir.

Çalışma, farklı karar verme problemlerine de uygulanabilecek bir bütünlük çözüm yaklaşımı sunmuştur. Ayrıca KKP yazılım seçim sürecindeki belirsizliği dikkate alarak üstesinden gelen bir çözüm yaklaşımı sunulmuştur. KKP yazılım seçim sürecinde alternatiflerin değerlendirilmesinde yardımcı olarak değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Önerilen çözüm yaklaşımda kriter ağırlığı belirleme ve alternatiflerin sıralanmasının elde edilmesinde sadece bulanık karar matrisinin kullanılması önerilen yaklaşımı veri ihtiyacı yönüyle avantajlı hale getirmektedir. Önerilen çözüm yaklaşımı farklı alanlarda karşılaşılan karar verme problemlerine de uygulanabilir. Çalışmada önerilen kriter ağırlığı belirleme yöntemi ve önerilen yaklaşım KKP yazılımı seçim problemi uygulamasına literatürde rastlanmamıştır.

İlerleyen çalışmalarda farklı kriter ağırlığı belirleme yöntemleri, farklı normalleştirme yöntemleri uygulanarak sonuçlarının karşılaştırılması, farklı teorilerin (gri teori, sezgisel bulanık sayılar gibi) uygulanarak sonuçlarının karşılaştırılması gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akyurt, İ. Z., & Kabadayı, N. (2020) "Bulanık AHP ve Bulanık Gri İlişkiler Analizi Yöntemleri ile Kargo Uçak Tipi Seçimi: Bir Türk Havayolu Firmasında Uygulama", *Journal of Yaşar University*, 15(57), 38-55.
- Anisseh, M., & Shakarami, A. (2009) "Aggregating group MCDM problems using a fuzzy Delphi model for personnel performance appraisal". *Scientific Research and Essays*, 4(5), 381-391.
- Ayağ, Z. ve Özdemir, R. G. (2007) "An intelligent approach to ERP software selection through fuzzy ANP". *International Journal of Production Research*, 45(10), 2169-2194.
- Ayçin, E. (2019) "Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH Ve MABAC Yöntemlerinin Bütünlük Olarak Kullanılması". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(2), 533-552.

- Başar, R., & Arslan, H. M. (2017) “Kurumsal Kaynak Planlaması (Erp) Yazılımının En Uygun Uzlaşık Çözüm (VIKOR) İle Seçimi”. Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences, 22(4).
- Bhatt, N., Guru, S., Thanki, S., & Sood, G. (2021). Analysing the factors affecting the selection of ERP package: a fuzzy AHP approach. *Information Systems and e-Business Management*, 1-42.
- Czekster, R. M., Webber, T., Jandrey, A. H., & Marcon, C. A. M. (2019) “Selection of enterprise resource planning software using analytic hierarchy process”. *Enterprise Information Systems*, 13(6), 895-915.
- Deng, H. (1999) “Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison”. *International Journal of Approximate Reasoning*, 21(3), 215-231.
- Dong, J.L. (1982) “Control problems of grey systems”. *Syst Control Lett*
- Ecer, F. (2016) “ARAS Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi”. *Journal Of Alanya Faculty Of Business/Alanya İstetme Fakültesi Dergisi*, 8(1).
- Efe, B. (2016) “An integrated fuzzy multi criteria group decision making approach for ERP system selection”. *Applied Soft Computing*, 38, 106-117.
- Garg, R., Kumar, R., & Garg, S. (2018) “MADM-based parametric selection and ranking of E-learning websites using fuzzy COPRAS”. *IEEE Transactions on Education*, 62(1), 11-18.
- Görener, A. (2011) “Bütünleşik ANP-VIKOR yaklaşımı ile ERP yazılımı seçimi”. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 97-110.
- Gürbüz, T., Alptekin, S. E., & Alptekin, G. I. (2012) “A hybrid MCDM methodology for ERP selection problem with interacting criteria”. *Decision Support Systems*, 54(1), 206-214.
- Hwang, C.L., & Yoon, K. (1981) “Multiple attribute decision making: methods and applications”. New York: Springer-Verlag.
- Ilieva, G., Yankova, T., & Klisarova-Belcheva, S. (2018) “Decision analysis with classic and fuzzy EDAS modifications”. *Computational and Applied Mathematics*, 37(5), 5650-5680.
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (2004) “Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey”. *International Journal of Production Economics*, 87(2), 171-184.
- Kahraman, C., Beskese, A., & Kaya, I. (2010) “Selection among ERP outsourcing alternatives using a fuzzy multi-criteria decision making methodology”. *International Journal of Production Research*, 48(2), 547-566.

- Kahraman, C., & Kaya, İ. (2012) "A fuzzy multiple attribute utility model for intelligent building assessment". *Journal of civil engineering and management*, 18(6), 811-820.
- Kacprzak, D. (2017). "Objective weights based on ordered fuzzy numbers for fuzzy multiple criteria decision-making methods". *Entropy*, 19(7), 373.
- Kaya, T., & Kahraman, C. (2011) "Multicriteria decision making in energy planning using a modified fuzzy TOPSIS methodology". *Expert Systems with Applications*, 38(6), 6577-6585.
- Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1976) "Decisions with Multiple Objectives". New York, Santa Barbara, London.
- Kilic, H. S., Zaim, S., & Delen, D. (2014) "Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines". *Decision Support Systems*, 66, 82-92.
- Koska, A., & Erdem, M. B. (2021) "Gıda Sektöründe Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi: Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Bir Uygulama". *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 6(16), 555-571.
- Özkan Özen, Y. D. & Koçak, A. (2017) "Bulanık Analitik Hiyerarşi ve Bulanık Dematel Yöntemleri Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi ve Değerlendirilmesi". *Journal of Management & Economics*, 24(3).
- Perçin, S., & Gök, A. C. (2013) "ERP yazılımı seçiminde iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımı". *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(2), 93-114.
- Sagnak, M., & Kazancoglu, Y. (2019) "Integrated Fuzzy Analytic Network Process And 0-1 Goal Programming Technique For Enterprise Resource Planning (Erp) Software Selection". *Ege Akademik Bakis*, 19(1), 75-88.
- Shannon, C. E. (2001) "A mathematical theory of communication". *ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review*, 5(1), 3-55.
- Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M., & Pamučar, D. (2020) "A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis". *Mathematics*, 8(3), 457.
- Şen, C. G., Baraçlı, H., Şen, S. & Başlıgil, H. (2009) "An integrated decision support system dealing with qualitative and quantitative objectives for enterprise software selection". *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5272-5283.
- Temur, G. T. & Bolat, B. (2018) "A robust MCDM approach for ERP system selection under uncertain environment based on worst case scenario". *Journal of Enterprise Information Management*.

- Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J. & Kosareva, N. (2015) “A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection”. *International Journal of Computers communications & control*, 10(6), 113-128.
- Ünal, C., & Güner, M. G. (2009). “Selection of ERP suppliers using AHP tools in the clothing industry”. *International Journal of Clothing Science and Technology*.
- Vatansever, K. ve Uluköy, M. (2013) “Kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık ahp ve bulanık moora yöntemleriyle seçimi: Üretim sektöründe bir uygulama”. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 274-293.
- Vayvay, O., Ozcan, Y., & Cruz-Cunha, M. M. (2012). ERP consultant selection problem using AHP, fuzzy AHP and ANP: A case study in Turkey. *E3 Journal of Business Management and Economics*, 3(3), 106-117.
- Yıldız, A. & Yıldız, D. (2014) “Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi”. *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 87-106.
- Zadeh, L. A. (1965) “Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zavadskas, E. K. & Kaklauskas, A. (1996) “Multicriteria Evaluation of Building (Pastatų sistemotechninis įvertinimas)”. Vilnius: Technika.
- Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. (2010) “A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making”, *Technological and Economic Development of Economy* 16(2): 159–172. -141
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J. & Zakarevicius, A. (2012) “Optimization of weighted aggregated sum product assessment”. *Elektronika ir elektrotechnika*, 122(6), 3-6
- Zavadskas, E., Cavallaro, F., Podvezko, V., Ubarte, I. & Kaklauskas, A. (2017) “MCDM assessment of a healthy and safe built environment according to sustainable development principles: A practical neighborhood approach in Vilnius”. *Sustainability*, 9(5), 702.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Teşekkür: -

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declared that this study has received no financial support.

Acknowledgement: -
