

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması

Ejder AYÇİN*

Alınış Tarihi: 13 Kasım 2018

Kabul Tarihi: 09 Şubat 2019

Öz: Kurumsal kaynak planlama (KKP) sistemleri, işletmelerin farklı birimleri arasındaki koordinasyonu sağlayarak, daha hızlı ve kolay karar alınmasını sağlayan sistemlerdir. Dolayısıyla, işletmeler için doğru KKP sisteminin seçim kararı oldukça önemli bir konudur. Bu sistemlerin seçiminde dikkate alınması gereken çok sayıda kriter bulunduğundan, seçim sürecinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanmak mümkün olacaktır. Bu çalışmada Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden MACBETH ve MABAC yöntemleri bütünleşik olarak kullanılarak, en iyi KKP sisteminin seçilmesi amaçlanmıştır. Subjektif bir yöntem olan MACBETH ile kriterin önem ağırlıkları hesaplanmış, MABAC yöntemiyle ise sistem alternatifleri değerlendirilmiştir. Uygulama sonuçlarına göre en önemli kriterler fonksiyonellik, kullanım kolaylığı ve marka imajı olarak belirlenirken; en iyi sistem alternatifi ise SAP olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, MACBETH, MABAC, KKP Sistem Seçimi

Using MACBETH and MABAC Methods in the Selection of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems

Abstract: Enterprise resource planning (ERP) systems enable faster and easier decision making by coordination between different units of enterprises. Therefore, the selection of the right ERP system is a very important issue for enterprises. Since there are many criteria to be considered in the selection of these systems, it will be possible to take advantage of the multi-criteria decision making (MCDM) methods. In this study, it was aimed to choose the best ERP system by using MACBETH and MABAC methods as integrated in the MCDM methods. The importance weights of the criterion calculated with MACBETH, which is a subjective method; the system alternatives were evaluated by MABAC method. According to the results of the analysis, it is concluded that the most important criteria are functionality, ease of use and brand image; the best performing system alternative is SAP.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, MACBETH, MABAC, ERP System Selection

I. Giriş

Günümüzde artan rekabette var olmaya çalışan, gelişen teknolojilerle sürekli kendini yenileyen ve büyüyen işletmeler, faaliyetlerinde artış, iş süreçlerinde daha karmaşık bir yapı ile karşı karşıya kalmışlardır. Bilgi teknolojilerinin işletmelerde kullanılması ile birlikte, kurumsal bilgi sistemleri önem kazanarak popüler hale gelmiştir. Bu doğrultuda işletmelerin farklı departman faaliyetleri arasındaki entegrasyonu sağlayarak, doğru ve güvenilir bilgiye daha kolay, zamanında ve hızlı bir şekilde ulaşılmasını sağlayan Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) sistemleri, işletmeler için bilgi sistemlerinin temelini oluşturmuştur.

* Dr. Öğretim Üyesi, Munzur Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

Büyük işletmelerde daha sıklıkla yaygın olan KKP sistemleri, özellikle son yıllarda küçük ve orta büyüklükteki işletmeler tarafından da rekabetçi kalabilmek ve verimliliği artırabilmek amacıyla kullanılmaktadır. KKP sistemleri, karar vericilere gereken bilgileri sağlayarak ve dağıtarak yönetim düzeylerindeki değişikliklere hızla uyum sağlama fırsatı sunar.

KKP sistemlerinin kullanılması için işletmelerin katlanması gereken bir maliyet ve sistemin sorunsuz bir şekilde entegrasyonunun sağlanması için belirli bir zamana ihtiyaç vardır. Dolayısıyla işletmelerin amaçları, iş süreçleri ve kurumsal yapılarına en uygun olan KKP sisteminin seçilmesi önem arz eden bir konudur. Bu çalışmada KKP sistemi seçiminde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanılarak bir uygulama gerçekleştirilecektir. KKP sistem seçimi ile ilgili literatür taraması ve yazılım uzmanlarının görüşleri doğrultusunda KKP sistem alternatiflerinin değerlendirileceği kriterler belirlenmiştir. Bu kriterlere ilişkin önem ağırlıkları MACBETH yöntemiyle hesaplandıktan sonra, en iyi KKP sistem alternatifi MABAC yöntemiyle seçilecektir. Çalışmada, uzman görüşüne dayalı bir yöntem olan MACBETH ile karar alternatiflerinin kriter fonksiyonlarının sınır yakınlık alanına uzaklıklarını dikkate alarak hesaplamaları yapan MABAC yöntemi bütünleşik olarak kullanılarak, literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca ulusal literatürde MABAC yönteminin kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmadığından, mevcut çalışmanın bu açıdan özgün bir yapıya sahip olduğu düşünülmektedir.

Bu düşünceyle gerçekleştirilen mevcut çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde KKP sistem seçiminde dikkate alınan kriterler ve kullanılan yöntemlere ilişkin detaylı bir literatür taramasına yer verilmiştir. İkinci bölümde ise MACBETH ve MABAC yöntemlerinin teorik olarak incelemeleri yer almıştır. Son bölümde ise bu iki yöntemin bütünleşik olarak kullanıldığı, KKP sistem alternatiflerinin değerlendirildiği uygulamaya yer verilmiştir.

II. Literatür Taraması

KKP sistemlerinin ele alındığı literatür incelendiğinde, birçok kriterle göre değerlendirmelerin yapıldığı ve çözüm aşamasında ÇKKV ve yöneylem araştırması yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara rastlanmıştır. Bu başlık altında, KKP sistemlerinin seçimine yönelik çalışmalarda hangi değerlendirme kriterlerinin dikkate alındığı ve hangi yöntemler ile çözüm gerçekleştirildiğine yönelik bir literatür özeti sunulmaya çalışılmıştır.

Teltumbdle, AHP yöntemi ile KKP sistem seçimi gerçekleştirdiği çalışmasında, stratejik uyum, teknoloji, değişim yönetimi, risk, uygulanabilirlik, fonksiyonellik, satıcı özellikleri, esneklik, maliyet ve fayda kriterlerini dikkate almıştır (Teltumbdle, 2000). Bernroider ve Stix ise çalışmalarında, uygulama süreleri, uygunluk, bağlantı özellikleri ve destek kalitesi kriterleri ile VZA yönteminden yararlanmışlardır (Bernroider ve Stix 2003). Kumar uzman görüşüne dayalı olarak kriterleri belirlediği çalışmasında fonksiyonellik, güvenilirlik, diğer sistemlerle uyum, entegrasyon, satıcı referansı, son teknoloji

kullanımı, destek hizmetleri, sistemi özelleştirme kolaylığı, düşük maliyet, versiyon yükseltme uygunluğu ve iş süreçleriyle uyumluluk kriterlerini dikkate almıştır (Kumar, 2003).

Wei ve Wang, KKP sistem seçiminde maliyet, fonksiyonellik, esneklik, güvenlik, kurulum süresi, teknik yeterlilik, satış sonrası destek, referanslar ve kullanıcı dostu özellikler kriterlerini dikkate alarak Bulanık AHP yöntemi ile çözüm gerçekleştirmişlerdir (Wei ve Wang, 2004). Alanbay, teknoloji, kullanıcı ve satıcı ana kriterler olacak şekilde AHP yöntemiyle bir çalışma gerçekleştirmiştir (Alanbay, 2005); Baki ve Çakar ise ERP yazılımı, işletme ve satıcı ile alakalı olan 17 kriteri uzman grup görüşüne dayanarak belirlemişlerdir (Baki ve Çakar, 2005). Wei vd., ERP sistem kriterleri (Maliyet, uygulama zamanı, fonksiyonellik, kullanım kolaylığı, esneklik ve güvenilirlik) ve satıcı kriterlerini (firma bilinirliği, teknik yetenek ve hizmet sağlama) göz önüne alarak (Wei vd., 2005); Ahn ve Choi ise fonksiyonellik, destek hizmetler, teknoloji, toplam maliyet, satıcı deneyimleri kriterleri ve alt kriterleri dikkate alarak (Ahn ve Choi, 2008), KKP sistem seçiminde AHP yönteminden yararlanmışlardır.

Bueno ve Salmeron, bulanık modelleme ile gerçekleştirdikleri uygulamalarında ERP sistemi ve işletme ile ilişkili iki ana kriter ve 27 alt kriterden yararlanmışlardır (Bueno ve Salmeron). Perçin, ANP ile gerçekleştirdiği çalışmasında sistem ve satıcı ana kriterleri ve bunlara ilişkin alt kriterleri (Perçin, 2008a), bulanık AHP ile gerçekleştirdiği çalışmasında ise stratejik, yönetsel ve operasyonel fayda kriterleri ve alt kriterlerini (Perçin, 2008b) dikkate almıştır. Perera ve Costa, işletme stratejisi, uygulanabilirlik, maliyet-fayda, fonksiyonellik, risk, satış sonrası durum, teknoloji, satıcı durumu ve değişim yönetimi kriterlerini dikkate aldığı çalışmasında, AHP yöntemi ile çözüm gerçekleştirmiştir (Perera ve Costa, 2008). Shuai ve Kao (2008), maliyetler, risk, fonksiyonellik, teknik yeterlilik, esneklik ve satıcı hizmetleri kriterlerini dikkate aldığı çalışmasında DEMATEL yöntemi ile çözüm elde etmişlerdir.

Karsak ve Özoğul, QFD, bulanık mantık ve hedef programlama yöntemlerini bütünleşik olarak kullandıkları çalışmalarında, müşteri beklentileri ve ERP özellikleri ana kriterleri ve alt kriterleri dikkate almışlardır (Karsak ve Özoğul, 2009). Ünal ve Güner, fonksiyonellik, uygulama yaklaşımı, destek, maliyetler, güvenilirlik, tecrübe, esneklik, müşteri odaklılık ve gelecek stratejisi kriterlerini (Ünal ve Güner, 2009); Keçek ve Yıldırım ise işletmeye uygunluk, fonksiyonellik, maliyet, uyarlanma süresi, güvenilirlik, kullanım kolaylığı, esneklik, güncelleme ve karar destek düzeyi kriterlerini (Keçek ve Yıldırım, 2010) dikkate alarak AHP yöntemiyle bir uygulama gerçekleştirmişlerdir.

Bulanık AHP yönteminin kullanıldığı Onut ve Efendigil tarafından yapılan bir çalışmada fonksiyonellik, güvenilirlik, kullanılabilirlik, etkinlik, sürdürülebilirlik ve farklı ortamlarda çalışabilirlik kriterleri dikkate alınmıştır (Onut ve Efendigil, 2010). Taşkın Gümüş vd., bulanık ANP yöntemi ile çözüm gerçekleştirdikleri çalışmalarında toplam maliyet, işlevsellik, kullanım kolaylığı,

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması

esneklik, güvenilirlik, firma durumu, hizmet ana kriterleri ve alt kriterlerinden yararlanmışlardır (Taşkın Gümüş vd., 2010).

Demirtaş vd. Bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini bir arada kullandıkları çalışmalarında yazılım performansı ve teknik altyapı, maliyet, esneklik, servis düzeyi ana kriterleri ve alt kriterlerini dikkate alırken (Demirtaş vd., 2011); Görener vd. ANP ve VIKOR yöntemlerini bir arada kullandıkları çalışmalarında, tedarikçi firma ve satın alma, kullanım kolaylığı, uyarılma ve teknik altyapı, satış sonrası destek, diğer unsurlar olmak üzere beş ana kriter ve alt kriterlerini dikkate almışlardır (Görener, 2011).

Asl vd., maliyet, ürün kalitesi, satıcı, yazılım yetenekleri ana kriterleri ve bunlara ait alt kriterleri göz önüne aldıkları çalışmalarında Delphi ve Shannon Entropi yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmışlardır (Asl vd., 2012). Gürbüz vd., ANP, Chaquet integrali ve MACBETH yöntemini kullandıkları çalışmalarında, işletme, müşteri ve yazılım ana kriterleri ve bunlara ait alt kriterleri dikkate almışlardır (Gürbüz vd., 2012). Mexas vd. ise uzman görüşüne dayalı olarak işletme, yazılım, teknoloji, satıcı, finansal durumlar ile ilgili kriterler alt kriterler belirlemiştir (Mexas vd., 2012).

Perçin ve Gök, KKP yazılımı seçim sürecinde, kullanım kolaylığı, tedarikçi firma, uygulama ve performans, maliyetler kriterleri ve bunlara ait alt kriterleri belirleyerek, ANP ve TOPSIS yöntemleri ile çözümü gerçekleştirmişlerdir (Perçin ve Gök, 2013). Silva vd., AHP ile çözüm elde ettikleri çalışmalarında satıcı özellikleri, ve ERP yazılım özellikleri ana kriterleri ve bunlara ait alt kriterleri dikkate almışlardır (Silva vd., 2013). Vatasever ve Uluköy ise bulanık AHP ve bulanık MOORA yöntemlerini bütünleşik olarak ele aldıkları çalışmalarında, maliyetler, fonksiyonellik, güvenilirlik, esneklik, uygulama zamanı ve kullanım kolaylığı kriterlerini dikkate almışlardır (Vatasever ve Uluköy, 2013).

Kılıç vd., teknik kriterler, kurumsal kriterler ve finansal kriterler ana kriterler olmak üzere ve bu üç ana kritere ait alt kriterleri dikkate alarak bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini bütünleşik olarak kullanarak çözüm elde etmişlerdir (Kılıç vd., 2014). Öztayşi, gri sistem teorisi, gri TOPSIS ve AHP yöntemlerini kullandığı çalışmada, teknolojik altyapı, uygulama süresi, bütçe, satış sonrası destek, kullanılabilirlik, yetenekler ve firma kriterlerini dikkate almıştır (Öztayşi, 2014). Vahidi vd. fonksiyonellik, maliyet ve firma desteği kriterlerini dikkate alarak bulanık mantık yaklaşımıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir (Vahidi vd., 2014). Yıldız ve Yıldız ise, bulanık TOPSIS yöntemini kullandıkları çalışmalarında, maliyetler, iş süreçlerine uyum, firma referansları, kullanım kolaylığı, raporlama ve yardım özellikleri, satış sonrası destek, güvenilirlik, alt yapı ihtiyaçları, uygulanabilme zamanı ve uyarlanabilirlik kriterlerini dikkate almışlardır (Yıldız ve Yıldız, 2014).

Khan ve Faisal, fiyat, teknik kapasite ve kalite, servis, Pazar liderliği ve firma bilinirliği kriterlerini dikkate aldığı çalışmada gri sistem teorisinden (Khan ve Faisal, 2015); Kılıç vd. ise işletme, maliyet ve teknik kriterleri ile bu

kriterlere ait alt kriterleri dikkate aldıkları çalışmasında, ANP ve PROMETHEE yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmışlardır (Kılıç vd. 2015). Ecer, KKP yazılım alternatiflerini maliyet, fonksiyonellik, kullanım kolaylığı, esneklik, yazılım güvenliği, firma bilinirliği, destek ve hizmetler kriterlerinde göre değerlendirdiği çalışmasında ARAS yöntemini kullanmıştır (Ecer, 2016).

El-Mashaleh vd., toplam maliyet ve uygulama süresi girdiler, fonksiyonellik, kullanıcı dostu olması, özel durumlardaki kapasite, servis-destek kalitesi kriterlerini dikkate aldıkları çalışmalarında veri zarflama analizinden yararlanmışlardır (El-Mashaleh vd., 2016). Ghosh ve Biswas, DEMATEL, TOPSIS ve MACBETH yöntemlerini bütünleşik olarak kullandıkları çalışmalarında, satıcı desteği, dış faktörler, teknik özellikler, maliyet, güvenlik ve kullanım kolaylığı kriterlerini dikkate almışlardır (Ghosh ve Biswas, 2016). Hanine vd., fonksiyonellik, satıcı özellikleri, kullanılabilirlik, maliyet, güvenilirlik ana kriterleri ve bunlara ait alt kriterleri dikkate aldıkları çalışmalarında AHP ve TOPSIS yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmışlardır (Hanine vd., 2016). Ranjan vd. ise, fonksiyonellik, maliyetler, teknolojik altyapı, satıcı özellikleri ve kalite ana kriterleri ve bunlara ait alt kriterleri dikkate aldıkları çalışmalarında AHP yöntemi ile çözüm elde etmişlerdir (Ranjan vd., 2016).

Shen vd. balanced score card ve bulanık mantık yaklaşımını bir arada kullandığı çalışmalarında, finansal, yenilik ve öğrenme, kullanıcı ve iş süreçleri olmak üzere dört ana kriter ve alt kriterleri dikkate almışlardır (Shen vd., 2016). Başar ve Arslan, yazılım ve danışmanlık maliyetleri, raporlama becerisi, hız ve kalite, uygunluk, kullanım kolaylığı, fonksiyonellik, güvenilirlik, referanslar, teknik yeterlilikler kriterlerini dikkate aldıkları çalışmasında, KKP yazılım alternatifinin seçiminde VIKOR yönteminden yararlanmışlardır (Başar ve Arslan, 2017). Özen ve Koçak, bulanık AHP ve bulanık DEMATEL yöntemlerini bütünleşik olarak kullandıkları çalışmalarında, yazılım özellikleri, maliyet, kurulum süresi, firma özellikleri ana kriterleri ve bunlara ait alt kriterleri dikkate almışlardır (Özen ve Koçak, 2017). Zeng vd. ise firma faktörleri, yatırım faktörleri, kalite faktörleri, iş süreçleri ile alakalı faktörler ve bu kriterlere ait alt faktörleri dikkate aldıkları çalışmalarında, bulanık mantık, gri sistem teorisi ve AHP yöntemini bir arada kullanmışlardır (Zeng vd., 2017).

III. MACBETH

MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical-Based Evaluation Technique*), Keeney ve Raiffa tarafından literatüre sunulan çok nitelikli fayda teoremine dayalı bir yöntemdir. Karar probleminde yer alan her bir kriter karar alternatiflerin kısmi faydasını göstermekte ve bu kısmi faydalar bir değer fonksiyonu ile birleştirilerek toplam fayda değeri elde edilmektedir (Cuadrado ve Fernandez, 2013: 590). MACBETH yöntemi, 1990'lı yıllarda Bana e Costa, Vansnick ve De Corte tarafından ÇKKV literatürüne tanıtıldıktan sonra farklı alanlarda uygulanmıştır (Kundakçı, 2016: 18).

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması

MACBETH yöntemi, kategorik değerlendirme tekniği ile alternatiflerin göreceli çekiciliklerini ölçen bir yöntemdir. Karar vericilerin zorlanmadan tercihler arasında kalitatif değerlendirme yapmasını sağlayan ve bu değerleri nicel verilere dönüştüren bir yaklaşımdır (Bana e Costa ve Chagas, 2004: 323). Bu yöntemin diğer ÇKKV yöntemlerinden farkı, alternatiflerin çekiciliklerini ölçmek için kalitatif yargıları kullanması, alternatiflerin değerlerini ve kriterlerin ağırlıklarını dikkate alarak matematiksel programlama yardımıyla alternatiflerin puanlarını hesaplayabilmesidir (Roszkowska, 2014: 69-70). MACBETH yöntemi yedi aşamadan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Kundakçı, 2016: 18-19, Carnero ve Gomez, 2016: 3-4, Karande ve Chakraborty, 2013: 262-264):

1. *Aşama*: Bu aşamada değerlendirme kriterleri tanımlanır ve değer ağacı oluşturulur.

2. *Aşama*: Değer ağacı oluşturulduktan sonra karar alternatifleri belirlenir. Daha sonra alternatifler her bir kritere göre ordinal performans düzeyleri tanımlanır. “100” en iyi seviye, “0” ise nötr seviye olmak üzere en az iki tane referans nokta belirlenir. Burada “100” en iyi alternatifi ya da “0” en kötü alternatifi temsil etmemektedir.

3. *Aşama*: Bu adımda m alternatif sayısını göstermek üzere her bir kriter için $m \times m$ büyüklüğünde matrisler oluşturulur. Bu matrislerde alternatifler önem düzeyine göre soldan sağa doğru sıralanır ve ordinal performans düzeyleri sayısal performans düzeylerine çevrilir. Aynı süreç tüm kriterler için uygulanır.

4. *Aşama*: Kriterler ve alternatifler için Tablo 1’de yer alan MACBETH semantik ölçeği kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılır.

Tablo 1. MACBETH Semantik Ölçeği

Semantik Ölçek	Sayısal Ölçek	Açıklama
Yok	0	Alternatifler arasında fark yoktur.
Çok Zayıf	1	Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede tercih edilir.
Zayıf	2	Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede tercih edilir.
Orta Derecede	3	Bir alternatif diğerine göre orta derecede tercih edilir.
Güçlü	4	Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede tercih edilir.
Çok Güçlü	5	Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede tercih edilir.
Aşırı Derecede	6	Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede tercih edilir.

5. *Aşama*: Karar verici tarafından yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılığı kontrol edilir. Eğer matris tutarsız ise yargıları tutarlı hale getirebilmek için *M-MACBETH* yazılımından yararlanılarak muhtemel öneriler geliştirilir.

6. *Aşama*: Doğrusal programlama modeline dayalı olarak MACBETH ölçeğine göre tanımlanan yargılar uygun bir sayısal ölçeğe dönüştürülür.

7. *Aşama*: Son aşamada ise alternatiflerin her bir kritere göre puanları ile kriterlerin ağırlıkları çarpılıp toplanarak her bir alternatifin puanı Eşitlik (1) ve (2)’de gösterilen şekilde elde edilir.

$$v(A_i) = \sum_{j=1}^n w_j (v_j(A_i)) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, w_j > 0 \quad \text{ve} \quad \begin{cases} v_j(A^{iyi}) = 100 \\ v_j(A^{nötr}) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

IV. MABAC

MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) yöntemi, Pamučar ve Čirović tarafından literatüre kazandırılan bir ÇKKV yöntemidir (Pamučar ve Čirović, 2015). MABAC yöntemi karar alternatiflerinin kriter fonksiyonlarının sınır yakınlık alanına uzaklıklarını dikkate alarak değerlendirme yapan bir yöntemdir (Milosavljević vd., 2018; Pamučar vd., 2018). Öncelikle kriter fonksiyonlarının değerleri, her bir karar alternatifi için hesaplanır ve bu fonksiyonların sınır yakınlık alanına olan mesafeleri belirlenir. Daha sonra kriter fonksiyonlarının uzaklıklarının belirlenmesiyle birlikte karar alternatifleri sıralanır ve en iyi alternatif seçilir (Pamučar ve Čirović, 2015).

MABAC yöntemi yedi aşamadan oluşan bir uygulama sürecine sahiptir (Pamučar ve Čirović, 2015; Gigović vd., 2017; Pamučar vd. 2018):

1. Aşama: Başlangıç Karar Matrisinin (X) Oluşturulması: MABAC yönteminde de ilk olarak m adet karar alternatifi ve n adet kriterden oluşan karar matrisi Eşitlik (3)'te gösterilen şekilde oluşturulur.

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \end{bmatrix} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

Atatürk
Üniversitesi

Eşitlik (3)'te yer alan x_{ij} değerleri, j . değerlendirme kriterine göre i . alternatifi aldığı değerleri göstermektedir.

2. Aşama: Karar matrisinin Normalizasyonu (N): Karar matrisinde yer alan farklı birimlere sahip kriterlere ait veriler, normalizasyon işlemiyle [0,1] aralığında değer alacak şekilde Eşitlik (4)'te gösterilen şekilde standart bir hale getirilmelidir.

$$N = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \end{bmatrix} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_m & \begin{bmatrix} n_{m1} & n_{m2} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

Normalizasyon işlemi maksimizasyon yönlü kriterler için Eşitlik (5), minimizasyon yönlü kriterler için Eşitlik (6)'dan yararlanılarak gerçekleştirilir.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (5)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+} \quad (6)$$

Eşitlik (5) ve (6)'da yer alan x_i^+ değeri, sütunlarda yer alan maksimum değerleri; x_i^- değeri ise sütunlardaki minimum değerleri göstermektedir.

3. Aşama: *Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması*: Bu aşamada kriter ağırlıkları Eşitlik (7)'den yararlanılarak uygulama sürecine dahil edilir.

$$v_{ij} = w_i \cdot (n_{ij} + 1) \quad (7)$$

4. Aşama: *Sınır Yakınlık Alanı Matrisinin Oluşturulması*: Bu aşamada tüm kriterler için *Sınır Yakınlık Alanı* değerleri Eşitlik (8)'den yararlanılarak belirlenir.

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (8)$$

Eşitlik (8)'de yer alan v_{ij} değerleri bir önceki aşamada hesaplanan ağırlıklandırılmış değerleri, m ise karar alternatifi sayısını göstermektedir. Tüm kriterler için g_i değerlerinin hesaplanmasıyla Eşitlik (9)'da gösterilen *Sınır Yakınlık Alanı Matrisi (G)* elde edilir.

$$G = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ g_1 & g_2 & \dots & g_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

5. Aşama *Karar Alternatiflerinin Sınır Yakınlık Alanına Olan Uzaklıklarının (Q) Hesaplanması*: Bu aşamada karar matrisindeki her bir değer için sınır yakınlık alanından uzaklıkları hesaplanarak Q matrisi Eşitlik (10)'da gösterilen şekilde elde edilir.

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Eşitlik (10)'da yer alan q_{ij} değerleri, ağırlıklandırılmış karar matrisi elemanları ile ve sınır yakınlık matrisi elemanları arasındaki fark alınarak Eşitlik (11)'de gösterilen şekilde elde edilir.

$$Q = V - G = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & v_{12} - g_2 & \dots & v_{1n} - g_n \\ v_{21} - g_1 & v_{22} - g_2 & \dots & v_{2n} - g_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} - g_1 & v_{m2} - g_2 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} \quad (11)$$

6. *Aşama Karar Alternatiflerinin Sınır Yakınlık Alanına Göre Durumlarının Belirlenmesi:* Bir önceki aşamadaki q_{ij} değerlerine göre her karar alternatifi için (A_i), sınır yakınlık alanına göre durumlar Eşitlik (12)'den yararlanılarak belirlenir.

$$A_i \in \begin{cases} G^+ & \text{eğer } q_{ij} > 0 \\ G & \text{eğer } q_{ij} = 0 \\ G^- & \text{eğer } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (12)$$

Eşitlik (12)'de gösterildiği üzere bir karar alternatifi, *Sınır Yakınlık Alanında* (G), *Üst Yakınlık Alanında* (G^+) ya da *Alt Yakınlık Alanında* (G^-) yer alabilir. Bir karar alternatifinin en iyi alternatif olabilmesi için, kriterlere ilişkin değerlerinin çoğunun üst yakınlık alanında (G^+) bulunması gerekmektedir. $q_{ij} > 0$ durumu A_i alternatifinin ideal alternatife yakınlığını göstermekteyken; $q_{ij} < 0$ durumu ise A_i alternatifinin negatif-ideal alternatife yakınlığını göstermektedir.

7. *Aşama. Karar Alternatiflerinin Sıralanması:* Yöntemin son aşamasında karar alternatiflerinin sınır yakınlık alanından uzaklık değerleri (q_i) kullanılır ve Eşitlik (13)'ten yararlanılarak her karar alternatifinin kriter fonksiyonları hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

V. Uygulama

Bu çalışmada KKP sistemi seçim sürecinde, MACBETH ve MABAC yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı bir uygulama yer almaktadır. KKP sistem seçiminde dikkate alınacak kriterlerin önem ağırlıkları MACBETH yöntemiyle hesaplandıktan sonra, en iyi KKP sistem alternatifinin belirlenmesi için MABAC yöntemiyle çözüm gerçekleştirilmiştir.

KKP sistem seçiminde incelenmesi gereken kriterler literatür taraması ve bilişim sektöründe on yıldan daha uzun süredir yazılım uzmanı olarak çalışan iki mühendis ile yüz yüze görüşülerek elde edilen uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Uygulama kapsamında ele alınan değerlendirme kriterleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması

Tablo 2. KKP Sistemi Seçim Kriterleri

Kriter	Alt Kriterler
MALİYET	Satın alma maliyeti (M1)
	Geliştirme maliyeti (M2)
	Bakım ve destek maliyeti (M3)
TEKNİK ÖZELLİKLER	Fonksiyonellik/İhtiyaçlara cevap verebilme yeteneği (T1)
	Uygunluk (T2)
	ERP Güvenilirliği (T3)
	Kullanım Kolaylığı (T4)
	Raporlama Becerileri (T5)
FİRMA ÖZELLİKLERİ	Marka imajı (F1)
	Referans (F2)
	Destek hizmetlerin kalitesi (F3)

Uygulamanın ilk adımı olan MACBETH yöntemiyle kriter ağırlıklarının belirlenmesi için, *M-MACBETH* programından yararlanılmıştır. Tablo 2’de belirlenen kriterler doğrultusunda oluşturulan değer ağacı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. MACBETH Değer Ağacı

M-MACBETH programı ile kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi için uzman görüşünden yararlanılmış ve kriterlerin Tablo 1'deki MACBETH semantik ölçeğine göre değerlendirilmeleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucu elde edilen kriter ağırlıkları, Şekil 2'deki *M-MACBETH* programının ekran görüntüsünün en sağdaki sütununda yer almaktadır.

	T1	[T4]	[F1]	[M1]	[F3]	[T2]	[M3]	[M2]	[T5]	[T3]	[F2]	all lower	Current scale
[T1]	no	very weak	weak	weak	moderate	moderate	strong	strong	strong	strong	strong	positive	20.89
[T4]		no	very weak	weak	weak	moderate	moderate	strong	strong	strong	strong	positive	18.65
[F1]			no	very weak	weak	moderate	moderate	moderate	moderate	moderate	strong	positive	16.41
[M1]				no	weak	weak	moderate	moderate	moderate	moderate	moderate	positive	14.92
[F3]					no	very weak	weak	weak	weak	weak	weak	positive	9.70
[T2]						no	very weak	weak	weak	weak	weak	positive	6.72
[M3]							no	very weak	very weak	weak	weak	positive	5.23
[M2]								no	very weak	very weak	very weak	positive	2.99
[T5]									no	very weak	very weak	positive	2.24
[T3]										no	very weak	positive	1.50
[F2]											no	positive	0.75
[all lower]												no	0.00

Şekil 2. Kriterlerin Karşılaştırılması ve Kriter Ağırlıkları

Şekil 2 dikkate alındığında, en önemli kriter olan fonksiyonellik kriterinin kriter ağırlığı %20,89 olarak hesaplanmıştır. Fonksiyonellik kriterini sırasıyla kullanım kolaylığı (%18,65) ve marka imajı (%16,41) kriterleri takip etmektedir. En az öneme sahip kriterler ise KKP güvenilirliği ve referans gücü olarak belirlenmiştir.

MACBETH yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, MABAC yöntemiyle KKP sistem alternatifleri değerlendirilecektir. Uygulama kapsamında yer alacak KKP sistem alternatifleri SAP, LOGO, NETSIS, CANIAS, MIKRO ve IFS olarak belirlenmiştir. Belirlenen yazılım alternatiflerinin seçim kriterlerine göre değerlendirmeleri karar vericiler tarafından 100 puan üzerinden yapılmıştır. Tüm kriterler için en iyi durum 100 puan, en kötü durum 0 puan olacak şekilde değerlendirmeler yapıldıktan sonra oluşturulan karar matrisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Karar Matrisi

	M1	M2	M3	T1	T2	T3	T4	T5	F1	F2	F3
SAP	20	25	25	95	70	95	80	95	100	95	95
LOGO	70	65	70	75	85	80	85	80	70	80	85
NETSIS	70	65	70	70	85	80	85	80	70	85	85
CANIAS	50	60	65	90	70	90	70	90	90	90	90
MIKRO	65	60	65	75	65	80	70	80	65	75	80
IFS	60	65	65	70	65	75	85	75	60	60	75

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması

KKP sistem alternatiflerinin kriterlere göre değerlendirmeleri, 100 puanın en iyi durumu gösterdiği bir ölçek üzerinden yapıldığından, Eşitlik (5)'ten yararlanılarak normalize değerler hesaplanmıştır. Bu değerlerin hesaplanması ile elde edilen normalize karar matrisi Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. *Normalize Edilmiş Karar Matrisi*

	M1	M2	M3	T1	T2	T3	T4	T5	F1	F2	F3
SAP	0,000	0,000	0,000	1,000	0,250	1,000	0,667	1,000	1,000	1,000	1,000
LOGO	1,000	1,000	1,000	0,200	1,000	0,250	1,000	0,250	0,250	0,571	0,500
NETSIS	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,250	1,000	0,250	0,250	0,714	0,500
CANIAS	0,600	0,875	0,889	0,800	0,250	0,750	0,000	0,750	0,750	0,857	0,750
MIKRO	0,900	0,875	0,889	0,200	0,000	0,250	0,000	0,250	0,125	0,429	0,250
IFS	0,800	1,000	0,889	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Normalize edilen karar matrisi Eşitlik (7)'den yararlanılarak, uygulamanın ilk aşamasında MACBETH yöntemiyle Şekil 2'de hesaplanan kriter ağırlıkları ile çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Tablo 5'de gösterilen şekilde elde edilir.

Tablo 5. *Ağırlıklandırılmış Normalize Edilmiş Karar Matrisi*

	M1	M2	M3	T1	T2	T3	T4	T5	F1	F2	F3
SAP	0,149	0,030	0,052	0,418	0,084	0,030	0,311	0,045	0,328	0,015	0,194
LOGO	0,298	0,060	0,105	0,251	0,134	0,019	0,373	0,028	0,205	0,012	0,146
NETSIS	0,298	0,060	0,105	0,209	0,134	0,019	0,373	0,028	0,205	0,013	0,146
CANIAS	0,239	0,056	0,099	0,376	0,084	0,026	0,187	0,039	0,287	0,014	0,170
MIKRO	0,283	0,056	0,099	0,251	0,067	0,019	0,187	0,028	0,185	0,011	0,121
IFS	0,269	0,060	0,099	0,209	0,067	0,015	0,373	0,022	0,164	0,008	0,097

MABAC yönteminin bir sonraki adımında sınır yakınlık alanı değerleri Eşitlik (8)'den yararlanılarak hesaplanır. Hesaplanan bu değerler ile oluşturulan sınır yakınlık alanı matrisi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. *Sınır Yakınlık Alanı Matrisi*

	M1	M2	M3	T1	T2	T3	T4	T5	F1	F2	F3
g_i	0,149	0,030	0,052	0,418	0,084	0,030	0,311	0,045	0,328	0,015	0,194

Tablo 6'daki her kriter için hesaplanan sınır yakınlık alanına, her bir KKP sistem alternatifinin uzaklıkları Eşitlik (11)'den yararlanılarak hesaplanır. Sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar matrisi Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar

	M1	M2	M3	T1	T2	T3	T4	T5	F1	F2	F3
SAP	0,149	0,030	0,052	0,418	0,084	0,030	0,311	0,045	0,328	0,015	0,194
LOGO	0,298	0,060	0,105	0,251	0,134	0,019	0,373	0,028	0,205	0,012	0,146
NETSIS	0,298	0,060	0,105	0,209	0,134	0,019	0,373	0,028	0,205	0,013	0,146
CANIAS	0,239	0,056	0,099	0,376	0,084	0,026	0,187	0,039	0,287	0,014	0,170
MIKRO	0,283	0,056	0,099	0,251	0,067	0,019	0,187	0,028	0,185	0,011	0,121
IFS	0,269	0,060	0,099	0,209	0,067	0,015	0,373	0,022	0,164	0,008	0,097

MABAC yönteminde son aşamasında, Tablo 7'deki sınır yakınlık alanına uzaklık değerleri kullanılarak, KKP sistem alternatiflerinin kriter fonksiyonları Eşitlik (13)'ten yararlanılarak hesaplanır. Hesaplanan bu değerler ve KKP sistem alternatiflerine ilişkin bir sıralama Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. S_i Değerleri ve KKP Sistem Alternatiflerinin Sıralaması

	S_i	Sıralama
SAP	0,183	1
LOGO	0,157	2
NETSIS	0,117	3
CANIAS	0,104	4
MIKRO	-0,167	6
IFS	-0,091	5

Tablo 8'de gösterilen uygulama sonuçlarına göre en iyi KKP sistem alternatifi SAP olarak belirlenmiştir. KKP alternatiflerine ilişkin sıralama ise LOGO, NETSIS, CANIAS, IFS ve MIKRO şeklindedir.

VI. Sonuç

KKP sistemleri, iş süreçlerinin iyileştirilmesi, işletme için en iyi doğru uygulamaların yapılması ve kurum içindeki entegrasyonun sağlanması bakımından önem arz etmektedir. Bu nedenle işletmeler ürün güvenilirliği, müşteri hizmetleri ve bilgi yönetimi gibi kilit alanlarda üretkenlik ve kalite iyileştirmeyi içeren potansiyel faydalardan yararlanabilmek için bir KKP sistemini benimsemeye isteklidir.

KKP sistem seçimi, işletmeler için önemli bir karar verme problemidir ve performans üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Bu sistemler iş süreçlerinin entegrasyonunu sağladıklarından sadece bir yazılım paketi değil, iş yapmanın en doğru şeklidir. KKP sistemlerinin pahalı yatırımlar olması ve işletmelerin adaptasyonlarının fazla zaman alması, bu sistemlerin yanlış seçiminden kaynaklanacak maliyetlerin çok yüksek olması anlamına gelmektedir. Bu nedenle, KKP sistemlerinin seçimi, uygulaması için kritik bir faktördür. KKP seçimi içerisinde birçok kriteri bulduran bir karar verme problemi olduğundan, literatüre bakıldığında bu sistemlerin seçiminde ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara sıklıkla rastlanılmaktadır.

Bu çalışmada belirlenen KKP sistem alternatifleri arasında seçim yapılmasına yönelik bir uygulama, ÇKKV yöntemlerinin ikisinden bütünleşik olarak yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Uzman görüşüne dayalı olan bir yöntem olan ve ulusal literatürde az sayıda çalışmada yer alan MACBETH ile değerlendirme kriterlerinin önem ağırlıkları belirlendikten sonra, MABAC yöntemi ile KKP sistem alternatifleri sıralanmıştır. KKP sistem seçiminde MACBETH yöntemine göre en önemli kriterler fonksiyonellik, kullanım kolaylığı ve marka imajı olarak belirlenmiştir. MABAC yöntemi ile çözüm sonuçlarına göre ise en iyi KKP sistemi SAP olarak tespit edilmiştir.

Uygulama sonuçları, içerisinde birçok kriteri barındıran KKP sistem alternatiflerinin değerlendirildiği karar problemlerinde, ÇKKV yöntemlerinin bütünleşik olarak uygulanabileceğini göstermiştir. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla MABAC yöntemiyle ilgili, ulusal literatürde hiçbir çalışmaya rastlanılmaması, mevcut çalışmanın özgün yönünü göstermektedir. Gelecek çalışmalarda, MABAC yönteminin gerek tek başına gerekse de diğer ÇKKV yöntemleri ile bütünleşik olarak farklı alanlarda kullanıldığı uygulamalara yer verilebilir. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında, verilerin yapısına da uygun olacak şekilde, objektif karar verme yöntemleri ile bir değerlendirme yapılabilir. Bu yöntemler ile elde edilen kriter ağırlıkları başka ÇKKV yöntemleri ile beraber kullanılarak uygulamalar gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

- Ahn, B. S., & Choi, S. H. (2008). ERP System Selection using a Simulation-Based AHP Approach: A Case of Korean Home shopping Company. *Journal of the Operational Research Society*, 59(3), 322-330.
- Alanbay, O. (2005). ERP Selection Using Expert Choice Software. *Honolulu, Hawaii*, July, 8-10.
- Asl, M. B., Khalilzadeh, A., Youshanlouei, H. R., & Mood, M. M. (2012). Identifying and Ranking the Effective Factors on Selecting Enterprise Resource Planning (ERP) System Using the Combined Delphi and Shannon Entropy Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 41, 513-520.

- Baki, B., & Çakar, K. (2005). Determining the ERP Package-Selecting Criteria: The Case of Turkish Manufacturing Companies. *Business Process Management Journal*, 11(1), 75-86.
- Bana e Costa C.A., Chagas M. P. (2004). A Career Choice Problem: An Example of How to Use MACBETH to Build a Quantitative Value Model Based on Qualitative Value Judgments, *European Journal of Operational Research*, 153, 323–331.
- Başar, R., & Arslan, H. M. (2017). Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Yazılımının En Uygun Uzlaşık Çözüm (VIKOR) İle Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1065-1080.
- Bernroider, E. W., & Stix, V. (2003). The Evaluation of ERP Systems using Data Envelopment Analysis. In Proceedings of IRMA (Vol. 2003, pp. 283-286).
- Bueno, S., & Salmeron, J. L. (2008). Fuzzy Modeling Enterprise Resource Planning Tool Selection. *Computer Standards & Interfaces*, 30(3), 137-147.
- Carnero, M. C., & Gómez, A. (2016). A multicriteria decision making approach applied to improving maintenance policies in healthcare organizations. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 16(1), 47.
- Cuadrado, M. R., & Fernández, M. G. (2013). Methodology to select the best business game in higher education. *American Journal of Industrial and Business Management*, 3(7), 589.
- Demirtaş, N., Alp, Ö. N., Tuzkaya, U. R., & Baraçlı, H. (2011). Fuzzy AHP–TOPSIS Two Stages Methodology for ERP Software Selection: An Application in Passenger Transport Sector. In 15th International Research/Expert Conference ‘Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, 277-280.
- Ecer, F. (2016). ARAS Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 8(1), 89-98.
- El-Mashaleh, M. S., Hyari, K. H., Bdour, A. N., & Rababeh, S. M. (2016). A Multi-Attribute Decision-Making Model for Construction Enterprise Resource Planning System Selection. *International Journal of Construction Education and Research*, 12(1), 66-79.
- Ghosh, I., & Biswas, S. (2016). A comparative analysis of multi-criteria decision models for ERP package selection for improving supply chain performance. *Asia-Pacific Journal of Management Research and Innovation*, 12(3-4), 250-270.
- Gigović, L., Pamučar, D., Božanić, D., & Ljubojević, S. (2017). Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. *Renewable Energy*, 103, 501-521.

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması

- Görener, A. (2011). ERP Software Selection using a Combined ANP and VIKOR Approach. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 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.
- Hanine, M., Boutkhoum, O., Tikniouine, A., & Agouti, T. (2016). Application of an integrated multi-criteria decision making AHP-TOPSIS methodology for ETL software selection. *Springer Plus*, 5(1), 263.
- Karande, P., & Chakraborty, S. (2013). Using MACBETH method for supplier selection in manufacturing environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(2), 259-279.
- Karsak, E. E., & Özogul, C. O. (2009). An Integrated Decision Making Approach for ERP System Selection. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 660-667.
- Keçek, G., & Yıldırım, A. G. E. (2010). Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) İle Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 193-211.
- Khan, H., & Faisal, M. N. (2015). A Grey-based Approach for ERP Vendor Selection in Small and Medium Enterprises in Qatar. *International Journal of Business Information Systems*, 19(4), 465-487.
- Kılıç, 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.
- Kılıç, H. S., Zaim, S., & Delen, D. (2015). Selecting “The Best” ERP system for SMEs using a Combination of ANP and PROMETHEE methods. *Expert Systems with Applications*, 42(5), 2343-2352.
- Koçak, A. (2003). Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı ve Bir Uygulama. *Ege Akademik Bakış*, 3(1), 67-77.
- Kumar, V., Maheshwari, B., & Kumar, U. (2003). An Investigation of Critical Management Issues in ERP Implementation: Empirical Evidence from Canadian Organizations. *Technovation*, 23(10), 793-807.
- Kundakçı, N. (2016). Macbeth ve Multi-MOORA Yöntemlerine Dayalı Birleşik Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı. *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17-26.
- Mexas, M. P., Quelhas, O. L. G., & Costa, H. G. (2012). Prioritization of Enterprise Resource Planning Systems Criteria: Focusing on Construction Industry. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 340-350.

- Milosavljević, M., Bursać, M. & Tričković, G. (2018). Selection of the railroad container terminal in Serbia based on multi criteria decision-making methods. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 1-15.
- Onut, S., & Efendigil, T. (2010). A Theoretical Model Design for ERP Software Selection Process under the Constraints of Cost and Quality: A Fuzzy Approach. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 21(6), 365-378.
- Özen, Y. D. Ö., & Koçak, A. (2017). Bulanık Analitik Hiyerarşi ve Bulanık Dematel Yöntemleri Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi ve Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 929-957.
- Öztayşi, B. (2014). A decision Model for Information Technology Selection using AHP Integrated TOPSIS-Grey: The Case of Content Management Systems. *Knowledge-Based Systems*, 70, 44-54.
- Pamućar, D., & Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016-3028.
- Pamućar, D., Petrović, I., & Ćirović, G. (2018). Modification of the Best–Worst and MABAC methods: A novel approach based on interval-valued fuzzy-rough numbers. *Expert Systems with Applications*, 91, 89-106.
- Perçin, S. (2008a), Using the ANP Approach in Selecting and Benchmarking ERP Systems, *Benchmarking: An International Journal*, 15(5), 630-649.
- Perçin, S. (2008b), Use of Fuzzy AHP for Evaluating the Benefits of Information Sharing Decisions in a Supply Chain, *Journal of Enterprise Information Management*, 21(3), 263-284.
- Perçin, S., & Gök, A. C. (2013). ERP Yazılımı Seçiminde İki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 93-114.
- Perera, H. S. C., & Costa, W. K. R. (2008). Analytic Hierarchy Process for Selection of ERP Software for Manufacturing Companies. *Vision*, 12(4), 1-11.
- Ranjan, S., Jha, V. K., ve Pal, P. (2016). A Strategic and Sustainable Multi-Criteria Decision Making Framework for ERP Selection in OEM. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(3), 1916-1926.
- Roszkowska, E. (2014). The MACBETH approach for evaluation offers in ill-structure negotiations problems, *Optimum*, 5(71), 69-89.
- Shen, Y. C., Chen, P. S., & Wang, C. H. (2016). A Study of Enterprise Resource Planning (ERP) System Performance Measurement using the Quantitative Balanced Scorecard Approach. *Computers in Industry*, 75, 127-139.

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması

- Shuai, J., & Kao, C. Y. (2008). Building An Effective ERP Selection System for the Technology Industry. *Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 989-993). IEEE.
- Silva, J., Goncalves, J. J., Fernandes, J. A., & Cunha, M. M. (2013). Criteria for ERP Selection Using an AHP Approach. *Information Systems and Technologies* (pp. 1-6). IEEE.
- Taşkın Gümüş, A., Çetin, A. & Kaplan, E. (2010), “Kurumsal Bilgi Sistemi Seçiminde Bulanık Analitik Ağ Süreci Tabanlı Bir Yaklaşım”, *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma*, 28, 74-85.
- Teltumbde, A. (2000). A Framework for Evaluating ERP Projects. *International Journal of Production Research*, 38(17), 4507-4520.
- Ünal, C., & Güner, M. G. (2009). Selection of ERP Suppliers Using AHP Tools in the Clothing Industry. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 21(4), 239-251.
- Vahidi, J., Salookolayi, D. D., & Yavari, A. (2014). A Model for Selecting an ERP System with Triangular Fuzzy Numbers and Mamdani Inference. *Journal of Mathematics and Computer Science*, 9, 46-54.
- Vatansever, K., & Uluköy, M. (2013). Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık AHP ve Bulanık MOORA Yöntemleriyle Seçimi: Üretim Sektöründe Bir Uygulama. *CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 274-273.
- Wei, C. C., & Wang, M. J. J. (2004). A Comprehensive Framework for Selecting an ERP System. *International Journal of Project Management*, 22(2), 161-169.
- Wei, C. C., Chien, C. F., & Wang, M. J. J. (2005). An AHP-Based Approach to ERP System Selection. *International Journal of Production Economics*, 96(1), 47-62.
- Yıldız, A., & Yıldız, D. (2014). Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi. *Business & Economics Research Journal*, 5(1), 87-106
- Zeng, Y. R., Wang, L., & Xu, X. H. (2017). An Integrated Model to Select an ERP System for Chinese Small-and Medium-Sized Enterprise under Uncertainty. *Technological and Economic Development of Economy*, 23(1), 38-58.