



**BÜTÜNLEŞİK OLARAK KULLANILAN MACBETH, TOPSIS ve COPRAS YÖNTEMLERİ İLE KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA YAZILIM SEÇİMİ**

**Enterprise Resource Planning Software Selection With MACBETH, TOPSIS and COPRAS Methods Used As Integrated**

***Feyyaz Cengiz DİKMEN***

Doç. Dr., Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, İ.İ.B.F İşletme Bölümü

[cengizdikmen28@gmail.com](mailto:cengizdikmen28@gmail.com)



<https://orcid.org/0000-0002-4697-0761>

***İşilay KAVAKCI***

Malatya Millî Eğitim Müdürlüğü

[isilaykavakci@outlook.com](mailto:isilaykavakci@outlook.com)



<https://orcid.org/0000-0002-6832-8286>

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi-  
Journal of Ağrı İbrahim Çeçen University Social Sciences Institute-  
AİCUSBED 8/1 Nisan/April 2022 / Ağrı

ISSN: 2149-3006

e-ISSN: 2149-4053

Makale Türü- <i>Article Types</i> :	Araştırma Makalesi
Geliş Tarihi- <i>Received Date</i> :	03.02.2022
Kabul Tarihi- <i>Accepted Date</i> :	23.03. 2022
Sorumlu Yazar- <i>Corresponding Author</i>	Feyyaz Cengiz DİKMEN
Sayfa Aralığı- <i>Page Range</i> :	205-238
Doi Numarası- <i>Doi Number</i> :	 <a href="https://doi.org/10.31463/aicusbed.1067579">https://doi.org/10.31463/aicusbed.1067579</a>



<http://dergipark.gov.tr/aicusbed>

**This article was checked by**

 iThenticate





## BÜTÜNLEŞİK OLARAK KULLANILAN MACBETH, TOPSIS VE COPRAS YÖNTEMLERİ İLE KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA YAZILIM SEÇİMİ

### Enterprise Resource Planning Software Selection With MACBETH, TOPSIS and COPRAS Methods Used As Integrated

*Feyyaz Cengiz DİKMEN*  
*Işıl KAVAKCI*

#### Öz

İşletmelerin müşteri talep ve beklentilerine en kısa sürede cevap verebilmesi tedarik zincirinde görev alan örgütlerin doğru ve hızlı iletişimi ile mümkün olmaktadır. Bilgi akışının işletme bünyesinde bulunan birimler ve tedarik zinciri örgütleri arasında planlanması, ilerlemesi, zamanlaması ve takip edilmesi için işletmeler Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) yazılımından yararlanmaktadırlar. ERP yazılımları işletmenin kolay ve daha hızlı karar almasını sağlayan sistemlerdir. Bu nedenle de işletmenin ERP yazılım seçimi önem arz etmektedir. Doğru ERP yazılım seçiminin yapılabilmesi için işletmeler birçok ölçütü göz önünde bulundurup en iyi yazılımı seçmek amacıyla Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden yararlanmaktadırlar. Bu çalışmanın amacı; 2020 yılı 1. ve 2. ISO 500 anket sonuçlarında yer alan ve Malatya İlinde faaliyet gösteren firmaların ERP yazılım seçenekleri arasından ölçütlerine en uygun olan ERP yazılımını belirlemektir. Bu amaçla ÇÖKV yöntemlerinden MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmış ve ERP yazılım seçimi gerçekleştirilmiştir. Nitel ifadelerle yer veren MACBETH yöntemi ile ölçütlerin ağırlıkları hesaplanarak TOPSIS ve COPRAS yöntemleri ile karşılaştırmalı değerlendirme yapılmaktadır. Analiz sonucuna göre en önemli ölçüt Maliyet ölçütü olarak belirlenirken TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinin karşılaştırmasında Seçenek 2 (S2) ile Seçenek 4 (S4)'ün ilk sırada yer aldığı sonucuna varılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kurumsal kaynak planlama, çok ölçütlü karar verme, MACBETH, TOPSIS, COPRAS.

#### Abstract

The ability of businesses in responding to customer demands and expectations within the shortest time is achievable with the right and fast communication of the organizations that take charge in supply chain. Businesses benefit from Enterprise Resource Planning (ERP) software for the following, timing, progress and planning of information flow between units and supply chain organizations within the enterprise. ERP software are the systems that enable the business to make easy and faster decisions. For this reason, it is essential for the business to select software. In order to make the right ERP software selection, enterprises benefit from Multi-Criteria

Decision Making (MCDM) methods to choose the best alternative software by considering many criteria. The aim of the this study is to determine what the best ERP software option would be for the firms that do business in Malatya and took place 1 and 2 ISO 500 surveys in 2020. For this purpose, MACBETH, TOPSIS and COPRAS methods, from MCDM have been used in an integrated way and ERP software has been selected. The criteria weight is calculated with the MACBETH method, including verbal expressions, and then a comparative evaluation is carried out with the TOPSIS and COPRAS methods. According to the analysis result, while the most important criteria is determined as the finance criteria, in the comparison of TOPSIS and COPRAS methods, it is found that Alternative 2 (A2) and Alternative 4 (A4) are in the first place.

**Key Words:** Enterprise resource planning, multi-criteria decision making, MACBETH, TOPSIS, COPRAS.

### Giriş

Globalleşen ekonomik bir çevrede işletmeler başarılı ve rekabetçi olabilmek ve hızlı karar alabilmek için hem işletme içi hem de işletme dışı bilgi paylaşım hızını artıracak teknolojik donanımlara ihtiyaç duyarlar. İşletmelerin işlevsel birimleri ve tedarikçileri arasındaki bilgi paylaşım hızını ve ortamlarını geliştirmesi, bilgi akış hızı, maliyetleri düşürme, geniş ürün yelpazesi geliştirme, müşteri beklentilerini tam zamanlı saptama ve yanıt verme süresini kısaltma gibi rekabet etme gücünü artırıcı üstünlüklere yol açarlar. Ortak bilgi paylaşımını sağlayan bu tür bilgi ve iletişim teknolojileri ortamları kurum içi bütünleşmeyi sağlayacaklarından kısa sürede ve doğru yönetsel karar almaya yardımcı olurlar. Bunu sağlamanın yolu bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanmayı gerekli kılmaktadır. Son yıllarda işletme genelini kapsayan bütünleşik bilgi ortamlarının geliştirilmesinde kurumsal kaynak planlama (ERP – Enterprise Resource Planning) sistem yaklaşımından yararlanılmaktadır. ERP sistemi, tüm işletme genelinde hızlı bilgi akışı için ortak bir ortam yaratarak bir işletmenin finans, muhasebe, üretim ve insan kaynakları, satış ve dağıtım gibi çeşitli işlevlerini tek bir sisteme bağlayan ve eşgüdümünü sağlayan bir dizi iş uygulamasıdır. ERP sistemi ayrıca işletme dışı paydaşlara (tedarikçilere, müşterilere) internet kullanımı ile kendi ortak bilgi sistemine katılma olanağı sağlayarak yeni ürün geliştirme ya da müşteri beklentilerinin karşılanmasında yardımcı olan bir sistemdir. Diğer bir tanımla ERP sistemleri, bir işletmenin finans, insan kaynakları, üretim, satış ve pazarlama gibi tüm işlevsel alanlarındaki sistem gereksinimlerinin çoğunu karşılayan bütünleşmiş, özelleştirilmiş ve paketlenmiş yazılım tabanlı sistemlerdir (Goldston, 2020, s. 9). ERP sisteminin temel amacı yönetsel karar

almaya tam zamanlı ve doğru bilgi sağlama yeterliliği sağlayarak işletmenin rekabetçi gücünü artırmaktır (Behesti, 2006, s. 185).

ERP yazılımı elde ettiği verileri tek bir merkezde toplamayıp işletme içinde kullanıma sunmasıyla birlikte işlevsel birimlerin verileri anında görmesini sağlamaktadır. ERP yazılımı aynı zamanda belirli müşterilerle elektronik ortamda bilgi değişimini ve sipariş alımını oluşturduğundan maliyetleri azaltmada fayda sağlamaktadır. Ayrıca yazılım güncellemeleri ile teknoloji takip edilip işletme içinde uygulanarak rakiplere karşı rekabet üstünlüğü elde edilmektedir. ERP ile işletmeler tedarik zinciri üyelerini ve stok durumlarını en uygun hale getirebilmektedirler. ERP yazılımını seçen işletmeler kendilerine uygun olan modülleri hem parça parça hem de tek bir modül olarak satın alabilmektedirler. ERP yazılımları işletmelerin özel ihtiyaçlarına göre uyarlanabilmekte olup yazılımın diğer paket yazılımlardan farklı olmasını ve ayrılmasını sağlayan en önemli özelliğidir. İşletmeler ERP yazılımları ile bünyesindeki mevcut bilgi sistemlerini standart hale getirerek tedarik, üretim ve dağıtım kaynakları arasındaki veri paylaşımını ve kontrolünü sağlarken müşteri taleplerini kalite, zaman, maliyet ve teslimat bakımından karşılayabilmekte ve çalışma süreçlerinin etkinliklerini arttırabilmektedirler. İşletmelerde personel tarafından yazılımın kullanılabilmesi bu konuda personele iyi eğitim verilmesi ile ilişkili olmaktadır. ERP sisteminin başarıyla uygulanması, işletme içindeki çalışma süreçlerinin tüm detaylarını bir bütün halinde düzenleyip etkinliğini artırarak örgüt için planlamanın temelini oluşturabilmektedir.

ERP sistemlerinin kronolojik gelişimi 1960 ve 1970'li yıllarda geliştirilen malzeme ihtiyaç planlama sistemlerinin ortaya çıkışı ile başlamaktadır (MRP-Materials Requirements Planning). 1980'lerde MRP II ve öncül ERP sistemleri yazılım dünyasında yerlerini almış ve bugünkü bilinen özellikleri ile ERP sistemleri 1990'ların başında büyük ölçekli işletmelerde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Geline son aşamada ise Sürdürülebilir Kurumsal Kaynak Planlama (S-ERP, Sustainable Enterprise Resource Planning) sistemlerinden söz edilmektedir (Goldston, 2020, s. 2). Endüstri alanında ERP olarak bilinen kurumsal kaynak planlama yaklaşımı daha çok karmaşık büyük ölçekli işletmelerde kullanılmaya başlanmıştır (Rashid vd., 2020, s. 3-17). Türkiye özelinde 2014 yılında İstanbul Ticaret Odasına kayıtlı ilk 500 büyük sanayi işletmesinden örnekleme yapılarak seçilen 72 işletme üzerinden yapılan araştırmaya göre, bu sistemleri kullanan işletmelerin %95.5'i özel sektörde faaliyet gösterirken, bu işletmelerden %46.3'ü kimya, petrol, plastik ve metal sanayiinde faaliyette bulunmaktadır

(Akgül & Gözlü, 2014, s. 46). Aynı araştırma sonuçlarına göre işletmelerin %82.1'i büyük ölçekli işletmelerdir.

Büyük, orta ve küçük ölçekli işletmelerin stratejik kararlarında ve rekabet gücünü artırmada önemli bir yeri olan ERP sisteminin seçimi büyük önem taşımaktadır. Davenport (1998, s. 4)'e göre bir işletme için kurumsal kaynak planlamaya geçişte ya da kurumsal kaynak planlamanın kurulumunda en önemli noktalardan biri en uygun kurumsal kaynak planlama sisteminin ve tedarikçisinin seçilmesidir. ERP yazılımları işletme ihtiyaçlarının doğru belirlenmesi ve işletmenin stratejik hedeflerine uygun bir şekilde seçilmesiyle satın alınmalıdır. Aksi takdirde yanlış ERP seçimi maliyet artırıcı etki etmesinin yanı sıra işletmenin uzun vadede işlerini yavaşlatabilmektedir. Özen & Koçak (2017, s. 930)'a göre ERP'nin başarısız olmasının en önemli nedenlerinden birisi süreçleri destekleyecek ve kullanıcıların bilgi ihtiyaçlarını karşılayacak en uygun yazılımın seçilmemesidir. Yıldız & Yıldız (2014, s. 88)'e göre ERP yazılımını seçerken ortaya çıkan olumsuzlukların temel nedeni işletmelerin ERP yazılımını bir teknoloji yatırımı olarak görmeleri, işletmelerin hedefleriyle, amaçlarıyla, iş süreçleriyle yazılımı uyumlu hale getirememeleri ve işletmelerin ERP yazılımını satın alırken satın alma maliyetleriyle daha fazla ilgilenmeleridir. Her işletme kendi alanına hitap eden en uygun yazılımı seçerken detaylı bir sistem araştırması yapıp kullanıcıların süreçteki bilgi ihtiyaçlarını belirlemelidir. Belirlenen bu analizler sonucunda ERP yazılım seçimi yapılmalıdır. ERP yazılımının seçimi zor bir karar verme sürecidir. Zira ERP yazılımları pahalı olduğundan doğru yazılımı seçmek kritik bir karar olacaktır. Farklı yazılım seçenekleri arasında firmaya en uygun olan ve her bölümde kullanılacak aynı zamanda az maliyetli olan bir yazılım kullanmak için işletmeler birçok ölçütü göz önünde bulundurmaktadırlar. Baki & Çakar'ın (2005, s. 76-77) yazınsal tarama sonucuna göre yazılımın anlaşılabilirliğini ifade eden *işlevsellik* en önemli ölçütlerden biridir. Bir diğer ölçüt ERP tedarikçisinin ERP sisteminde donanım ve yazılım olarak güncel bilgi teknolojileri eğilimlerini ne ölçüde izlediğini vurgulayan *teknik olma* ölçütüdür. ERP sistemlerinin maliyeti çok yüksektir, dolayısıyla sistem alınırken sistemin bakım ve güncelleme fiyatları da satın alma fiyatı içinde düşünülmelidir. Bu bağlamda sistem *maliyeti* kritik ölçütlerden birisi olmaktadır. Tedarikçinin satış sonrası *destek* ve *hizmet* sağlaması da göz önüne alınması gereken ölçütlerden biridir. Seçilecek tedarikçinin ticari saygınlığı, finansal gücü ve *vizyonu* da ERP sisteminin alınmasında mutlaka göz önüne alınması gereken ölçütlerden biridir. *Sistemin güvenilirliği, diğer sistemlere uygunluğu, işletmeye uyarlama kolaylığı,*

*tedarikçinin pazar konumu, sistemin organizasyon yapısına uyumu, tedarikçinin işletmenin içinde bulunduğu endüstri dalı hakkında bilgisi, tedarikçinin referansları, ERP sisteminin içindeki modüllerin eşgüdümü, ERP sistemini yaşama geçirilme süresi, yazılımın yöntemliliği ve danışmanlık gibi ölçütlerde yapılan yazınsal tarama sonucunda öne çıkan ölçütlerdir.*

Globalleşen dünyada ERP sistem kullanımının artması bu yazılımı üreten firmaların da artmasına sebep olmaktadır. İşletmeler faaliyetlerine ve tedarik zinciri üyeleri ile aralarındaki iletişimlerine uygun olan ERP yazılımını ve yazılımı sağlayan tedarikçisini seçmelidirler. 2021 yılında yapılan bir araştırma sonucuna göre en iyi 10 ERP yazılımı olarak Oracle NetSuite, SAP ERP, Sage X3, Workday, Infor, Acumatica, Syspro, Kinetic(Epicor), Microsoft Dynamics GP ve IFS yazılımları önerilmektedir. Yerli ERP yazılımı firmalarından Netsis, Logo, Uyumsoft, Workcube, Set Yazılım ve Teknosol söz edilmektedir (Ecer, 2016, s. 90).

Ulusal ya da uluslararası çalışan şirketler ve işletmeler gibi geniş bir ağ yapısıyla iş yapan firmaların karar verme sürecindeki problemlerinin daha fazla karmaşık olmasından dolayı bu problemlerin hızlı bir şekilde çözülmesi gerekmektedir. İşletmeler problemlerin çözümünü kolay hale getirmek, hızlı karar verebilmek ve çok ölçütlü bir karar ortamında Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden yararlanmaktadırlar. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin amacı, seçenekler arasından karar vericilerin belirlemiş oldukları ölçütlere uygun olan en iyi seçeneği daha hızlı bir şekilde seçmektir. ÇÖKV yöntemleri zaman içerisinde geliştirilerek günümüzde birçok yöntemin var olduğu ve kullanıldığı bir çözüm aracı haline gelmektedir. ÇÖKV yöntemleri, şirketlerin kurumsal kaynak planlama yazılım seçimi sürecine yardımcı olan ve oldukça yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Çalışmada kurumsal kaynak planlama yazılım seçimi ile ilgili yerli ve yabancı yazında yer alan çalışmaların bir kısmı Tablo 1’de gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Kurumsal Kaynak Planlama İle İlgili Yazın Taraması

Determining The Erp Package-Selecting Criteria The Case Of Turkish Manufacturing Companies	Baki ve Çakar (2005)
An ERP System Selection Model with Project Management Viewpoint – A Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach	Lien ve Liang (2005)
A Selection Model for ERP System by Applying Fuzzy AHP Approach	Lien ve Chan (2007)
Analytic Hierarchy Process for Selection of Erp Software for Manufacturing Companies	Perera ve Costa (2008)
Tekstil İşletmelerinde Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Kullanımındaki Memnuniyet Düzeyi ve Malatya İlinde Bir Araştırma	Dulkadir (2012)
Prioritization Of Enterprise Resource Planning Systems Criteria: Focusing On Construction Industry	Méxas vd. (2012)
ERP Yazılımı Seçiminde İki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımı	Perçin ve Gök (2013)
Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi	Yıldız <sup>a</sup> ve Yıldız <sup>b</sup> (2014)
ARAS Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi	Ecer (2016)
Bulanık Analitik Hiyerarşi ve Bulanık Dematel Yöntemleri Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılım Seçimi ve Değerlendirilmesi	Özen ve Koçak (2017)
Enterprise Resource Planning (ERP) Systems and User Performance (UP)	Ullah ve diğ. (2018)
ERP Systems Selection İn Multinational Enterprises: A Practical Guide	Haddara (2018)
Critical Challenges in Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation	Menon (2019)
Kurumsal Kaynak Planlama Sistemlerinin Seçimindeki Kriterlerin Best-Worst Metodu ile Değerlendirilmesi	Aşan ve Ayçin (2020)
Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Kurumsal Kaynak Planlama Sistem Seçimi	Alatepeli (2021)

Bu çalışmada ÇÖKV yöntemlerinden yararlanarak Kurumsal Kaynak Planlama yazılım seçimine yönelik uygulamaya yer verilmektedir. ERP yazılım seçimi ile ilgili yazın taraması yapılarak belirlenen ölçütler ve seçenekler yazılım uzmanları, yöneticiler, satış uzmanları, ekip lideri ve akademisyenler ile görüşme yapıp uzmanların değerlendirmeleri doğrultusunda belirlenmektedir. Çalışmada ölçütlerin önem ağırlıkları MACBETH yöntemi ile hesaplanarak en iyi yazılımın önce TOPSIS yöntemi ile ardından COPRAS yöntemi ile seçilmesine yer verilmektedir. TOPSIS ve COPRAS yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirme yapılmakta olup en uygun ERP yazılımı bulunmaktadır. Yapılan yazın taramasında ERP yazılım seçimi konusunda her üç yöntemi bir arada kullanan yeterince çalışmaya rastlanılmamaktadır. Bu kapsamda ERP yazılım seçiminde MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılmasıyla yapılan çalışmanın bu konuda ilk olması çalışmanın önem düzeyini arttırmaktadır. Ayrıca çalışmada yer alan bazı ölçütlerin yapılan yazın taraması sonucunda yazında yer almadığı tespit edilerek çalışmanın bu açıdan özgün bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.



Çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü takip eden birinci bölümde MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemleri için izlenen yöntemliimlere yer verilmekte ve bu yöntemlerin işlem adımları incelenmektedir. İkinci bölümde ERP yazılım seçimi probleminin MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinde uygulamasına yer verilirken, son bölümde ise uygulama sonuçları değerlendirilmektedir.

## Yöntem

### MACBETH Yöntemi

MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) 1993 yılında C.A. Bana e Costa ve J.-C. Vansnick tarafından karar vericilerin tercihlerini doğrudan sayısal temsillerini üretmeye zorlamadan bir dizi seçenek üzerinde bir tercih aralığı ölçeğinin nasıl oluşturulacağı sorusuna yanıt aramak için başlatılan çok ölçütlü karar çözümleme yaklaşımıdır (Bana e Costa & Vansnick, 1993). 1990 yılından başlayarak yöntemin kuramsal araştırması yürütülerek 1994 yılında XI Uluslararası ÇÖKV Kongresinde ilk sunumu yapılmış ve 1997 yılında da J.-M. De Corte tarafından MACBETH yazılımının ilk sürümü geliştirilmiştir. Yöntem karar vericinin ya da bir karar-danışma grubunun, seçeneklerin göreceli çekiciliğini ölçmede değer farklılıkları hakkında yalnızca niteliksel yargılarını gerektiren bir yaklaşımdır. Katma değer modeline dayalı yaklaşım, bireysel veya grup karar verme süreçlerinde seçenekleri öncelik sırasına koymak ve seçmek için değerlendirme problemi hakkında etkileşimli öğrenmeyi ve önerilerin ayrıntılandırılmasını desteklemeyi amaçlamaktadır (Bana e Costa vd., 2003, s. 3-17). Çok nitelikli fayda teoreminde her bir ölçüt belirli bir görüş altında seçeneklerin kısmi faydasını göstermekte ve bir değer fonksiyonu ile toplanan bu kısmi faydalar, problemi çözmede temel alınan toplam faydayı hesaplamak için kaynak görevi görmektedir. Ayçin ve Çakın (2019, s. 254)'a göre MACBETH yönteminin amacı, değerlendirme problemlerinde etkileşimli öğrenmeyi desteklemek ve karar verme sürecinde seçenekleri/ölçütleri seçmek ve sıralamaktır. MACBETH yönteminin, karar vericilerin bazı ölçütler belirleyerek farklı seçeneklerin nispi tercih edilme düzeylerini ifade eden nitel bir yöntem olması ve nicel değerlendirmeler yerine nitel değerlendirmelere dayanan karşılaştırma yapması yöntemin diğer ÇÖKV yöntemlerinden ayrılan en önemli farkı olmaktadır. MACBETH yönteminin sadece niteliksel yargıları kullanarak seçeneklerin değer puanlarını ve ölçütlerin ağırlıklarını matematiksel programlama yoluyla hesaplaması yöntemin diğer çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden farkını ortaya koymaktadır (Roszkowska, 2014, s. 69-70). Yöntemde temel olan, ölçütlerin sözel değerlendirmelerinin kullanılmasıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sayesinde ölçütlerin göreceli ağırlıkları tespit edilmektedir.

MACBETH yazılımı uygulamada verimli, etkileşimli ve öğrenen bir model oluşturma sürecinin geliştirilmesine yönelik çeşitli sınırlamalar

getirdiğinden MACBETH yazılımının terkedilmesine ve bir karar destek sistem yazılımı olarak 1999 yılında M-MACBETH geliştirilmiştir (Bana e Costa vd., 2003). M-MACBETH yazılımı ölçütlerin ikili karşılaştırmalarını yaparak ölçütlerin ağırlıklarını hesaplamaktadır. Aynı zamanda program, karar vericilerin ölçütlere ve seçeneklere vermiş oldukları sözel değerlerin programa girilmesiyle elde edilen karar matrisinde tutarlılık noktasında sınama yapmaktadır. Girilen değerlerde tutarsızlık olursa çözümü için program öneriler sunmaktadır. M-MACBETH programı hesaplama sürecini hızlandırarak işlemlerin kolay çözülmesini sağlayıp en iyi sonucu bulmaktadır. MACBETH yönteminin uygulama aşamaları 7 adımda yapılmakta olup bu adımlar aşağıda sıralanmaktadır (Bana e Costa, 1999, s. 2-3; Karande & Chakraborty, 2013, s. 262-264; Carnero & Gomez, 2016, s. 3-4; Kundakçı, 2016, s. 18-19).

1. **Adım:** Karar vericilerin belirlediği ölçütler programa tanımlanarak değer ağacı oluşturulmaktadır.
2. **Adım:** Seçenekler tanımlanmaktadır. Her bir ölçüte göre seçeneklerin muhtemel performanslarını belirten sıralı (ordinal) performans seviyeleri tanımlanmaktadır. Üst tavsiye seviyesi (en yüksek puan/iyi) ve alt tavsiye seviyesi (en düşük puan/nötr) olarak en az iki seviye tanımlanmaktadır. Yöntem, ölçek olarak 100 puanı en yüksek değer, 0 puanı en düşük değer almaktadır.
3. **Adım:** Problemden  $m$  seçenek sayısını belirtmek üzere seçeneklerin her biri için ayrı ayrı  $m \times m$  büyüklüğünde karar matrisleri oluşturulmaktadır. Seçenekler matrislerde önem sırasına göre soldan sağa olacak şekilde sıralanarak sayısal değerlere dönüştürülmektedir. Bu dönüştürme işlemi seçeneklerin nitel performans düzeylerini ölçmek ve MACBETH ölçeğine göre dönüştürmek için yapılmaktadır. Aynı adımlar ölçütler içinde yapılmaktadır.
4. **Adım:** Yöntemde seçenekler ve ölçütlerin ikili karşılaştırmalarının yapılabilmesi amacıyla Tablo 2'de yer alan MACBETH Semantik Ölçeği kullanılmaktadır.

**Tablo 2.** MACBETH Semantik Ölçeği (Ayçin, 2019, s. 520)

SEMANTİK ÖLÇEK	SAYISAL ÖLÇEK	AÇIKLAMA
Yok(No)	0	Alternatifler arasında fark yoktur.
Çok Zayıf(Very Weak)	1	Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede tercih edilir
Zayıf(Weak)	2	Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede tercih edilir.
Orta Derecede(Moderate)	3	Bir alternatif diğerine göre orta derecede tercih edilir.
Güçlü(Strong)	4	Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede tercih edilir.

Çok Güçlü(Very Strong)	5	Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede tercih edilir.
Aşırı Derecede(Extreme)	6	Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede tercih edilir.

**5. Adım:** Karar verici tarafından yapılan karşılaştırmaların tutarlılığı kontrol edilmektedir. Matrisin tutarsız olması halinde M-MACBETH yazılımı tutarlılığın sağlanabilmesi için olası tavsiyeler geliştirmektedir.

**6. Adım:** Tutarlı değerler doğrusal programlama modeline göre sayısal değerlere dönüştürülmektedir.

**7. Adım:** Yöntemin son aşamasında hesaplanan seçenek puanları ile ölçütlerin ağırlıkları çarpılarak toplanmaktadır. Hesaplama sonucuna göre seçenekler büyükten küçüğe doğru sıralanmaktadır. Ölçütlerin ağırlıkları toplamının 1'e eşit olması gerekmektedir. Seçeneklerin puan hesaplamaları eşitlik (1) ve (2)'de gösterilmektedir.

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

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

Yapılan yazın çalışmasında MACBETH yöntemi çalışmalarda tek başına kullanıldığı gibi birçok ÇÖKV yöntemleri ile de birlikte kullanılmakta olup çalışma alanının sınırlı olduğu tespit edilmektedir. Çalışmada kullanılan MACBETH yöntemi ile ilgili yerli ve yabancı yazında yer alan çalışmaların bir kısmı Tablo 3'te gösterilmektedir.

**Tablo 3.** MACBETH Yöntemi ile İlgili Yazın Taraması

Methodology To Select The Best Business Game İn Higher Education	Cuadrado & Fernández (2013)
Hava Kompresörü Seçimi İçin MACBETH ve COPRAS Yöntemlerinin Entegrasyonu Tekstil Şirketi	Kundakçı & Işık (2016)
The Selection Of Dry Port Location By A Hybrid Cfa-MACBETH-Promethee Method: A Case Study Of Southern Thailand	Komchornrit (2017)
Yeşil Tedarikçi Seçimi İçin MACBETH Tabanlı Taguchi Kayıp Fonksiyonları Yaklaşımı: Tekstil Endüstrisinde Bir Uygulama	Gören & Şenocak (2018)
Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçimi MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması	Ayçin (2019)
KOBİ'lerin Finansal Performansının MACBETH-COPRAS Bütünleşik Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi	Ayçin & Çakın (2019)

Evaluation Of Machine Selection Criteria With MACBETH Method in A Ginnery Factory	Özdağoğlu vd. (2020)
BIST Lokanta ve Oteller Sektöründeki Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının MACBETH ve EDAS Yöntemleri ile İncelenmesi	Arsu & Ayçin(2020)
Environmental Analysis For The Selection Of Long-Distance Natural Gas Pipeline Routes Using MACBETH	Delouyi vd.(2021)
Using the Multi-Criteria Model for Optimization of Operational Routes of Thermal Power Plants	Moraes vd.(2021)

### TOPSIS Yöntemi

Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Yöntem seçenekler arasında en iyi seçimin yapılmasını sağlamaktadır. TOPSIS yönteminin anlaşılması ve sonuç değerlendirmesi kolaydır. TOPSIS yönteminde seçeneğin pozitif ideal çözüme yakın olması ve negatif ideal çözüme de uzak olması beklenmektedir. Yöntemi kullanan işletmeler, getirilerinin maksimum düzeye ve maliyetlerinin de minimum düzeye yakın olmasını istemektedirler. TOPSIS yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Hwang & Yoon, 1981, s. 115-121; Opricovic & Tzeng, 2004, s. 448-449; Dikmen & Say, 2008, s. 8-9; Perçin, 2009, s. 593-594):

- 1. Adım: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması:** Karar matrisi (A) oluşturulmaktadır. Karar matrisinde  $m$  karar seçenek sayısını  $n$  ise değerlendirme ölçütü sayısını göstermektedir.

$$A_{ij} = \begin{Bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{Bmatrix} \quad (3)$$

Karar matrisinin ( $A_{ij}$ ) ardından standart karar matrisi ( $R_{ij}$ ) hesaplanmaktadır.  $R_{ij}$  standart karar matrisi,  $A_{ij}$  karar matrisinin normalize edilmesiyle elde edilmektedir.  $A_{ij}$  karar matrisinde bulunan her bir  $x_{ij}$  değerinin kareleri alınarak bu değerlerin toplamından oluşan sütun toplamları elde edilmektedir. Her bir  $x_{ij}$  değeri ait olduğu sütun toplamının kareköküne bölünür ve  $R_{ij}$  normalize karar matrisi elde edilmektedir. Eşitlik (4)'te yer alan formül ile hesaplama yapılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Eşitlik (5)'te  $r_{ij}$  değerlerinin hesaplanmasıyla bulunan  $R_{ij}$  normalize karar matrisi gösterilmektedir.

$$R_{ij} = \left\{ \begin{array}{cccc} r_{11}r_{12} & \dots & \dots & r_{1n} \\ r_{21}r_{22} & \dots & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{m1}r_{m2} & \dots & \dots & r_{mn} \end{array} \right\} \quad (5)$$

### 1. Adım: Ağırlıklandırılan Normalize Karar Matrisinin Hesaplanması:

İlgili ölçütlerin ağırlıklarının ( $w_j$ ) karar matrisinde bulunan her bir ifade ile çarpılması sonucunda bulunmaktadır. Bu ölçütlerin ağırlıklarının toplamı 1 olmalıdır. Yapılan ağırlıklandırma TOPSIS işleminin subjektif yönünü ortaya koymaktadır. Eşitlik (6)'da ağırlıklandırılan normalize karar matrisi, eşitlik (7)'de ise ağırlıklandırılan normalize karar matrisinin hesaplama formülü yer almaktadır.

$$V_{ij} = \left\{ \begin{array}{cccc} w_1r_{11}w_2r_{12} & \dots & \dots & w_nr_{1n} \\ w_1r_{21}w_2r_{22} & \dots & \dots & w_nr_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1r_{m1}w_2r_{m2} & \dots & \dots & w_nr_{mn} \end{array} \right\} \quad (6)$$

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij}, \quad j = 1, \dots, J; \quad i = 1, \dots, n \quad (7)$$

### 2. Adım: Pozitif İdeal ( $A^*$ ) ve Negatif İdeal ( $A^-$ ) Çözüm

**Değerlerinin Hesaplanması:** Hesaplama yapılırken maksimum yönlü bir amaç varsa ağırlıklandırılan normalize karar matrisinin ölçüt sütunlarında/satırlarında yer alan en büyük değer alınarak pozitif ideal çözüm değeri bulunmaktadır. Minimum yönlü bir amaç varsa aynı sütunlarda/satırlarda yer alan en küçük değer alınarak negatif ideal çözüm değeri belirlenmektedir. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri eşitlik (8) ve (9)'dan yararlanılarak hesaplanmaktadır.

$$A^* = \left\{ \left( \max_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left( \min_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\} \quad (8)$$

$$A^- = \left\{ \left( \min_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left( \max_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} \quad (9)$$

### 3. Adım: Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Noktalarına Olan

**Uzaklığın Hesaplanması:** Her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin pozitif ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarını bulabilmek için Öklidyen Uzaklık yaklaşımından yararlanılmaktadır.

Yaklaşımdan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri pozitif ideal uzaklık  $D_j^*$  ve negatif ideal uzaklık  $D_j^-$  olarak adlandırılarak eşitlik (10) ve (11)'de hesaplanmaktadır.

$$\text{Pozitif İdeal Uzaklık: } D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^*)^2}, \quad j = 1, \dots, J. \quad (10)$$

$$\text{Negatif İdeal Uzaklık: } D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, \quad j = 1, \dots, J. \quad (11)$$

#### 4. Adım: İdeal Çözüme Göreceli Yakınlığın Hesaplanması:

Bu adımda hesaplamanın yapılabilmesi için pozitif ve negatif ideal uzaklık ölçülerinden yararlanılarak her bir karar noktasının pozitif ideal çözüme nispi yakınlığı ( $C_j^*$ ) hesaplanmaktadır. Hesaplama eşitlik (12)'den yararlanılarak bulunmaktadır.

$$C_j^* = \frac{D_j^-}{D_j^* + D_j^-} \quad j = 1, \dots, J. \quad (12)$$

Hesaplama sonucunda çıkan ( $C_j^*$ ) değerinin yorumu;

- $C_j^*$  Değeri  $0 \leq C_j^* \leq 1$  Aralığında bir değer almalıdır.
- $C_j^*$  Değeri  $C_j^* = 1$  ise karar ölçütünün pozitif ideal çözüme mutlak yakınlığını belirtir.
- $C_j^*$  Değeri  $C_j^* = 0$  ise karar ölçütünün negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını belirtir.

#### 5. Adım: Seçeneklerin Sıralanması: $C_j^*$ değerinin

bulunmasının ardından sonuçların sıralanması yapılmaktadır.

**Tablo 4.** TOPSIS Yöntemi İle İlgili Yazın Taraması

A Mcdm approach For Middlemen Evaluation And Selection İn Marketing	Dikmen & Say (2008)
Location Choice for Direct Foreign Investment in New Hospitals in China by Using ANP and TOPSIS	Lin & Tsai (2010)
Mobilya Sektöründe Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi	Tekez & Bark (2016)
The Meaningful Mixed Data TOPSIS (TOPSIS-Mmd) Method And Its Application İn Supplier Selection	Aouadni vd. (2017)
Personel Tayin İşlemleri İçin AHP, TOPSIS ve MACAR Algoritması Tabanlı Karar Destek	Gökkaya & Kellegöz (2017)
TOPSIS Method Application for Decision Support System in Internal Control for Selecting Best Employees	Rahim vd.(2018)
Entegre Entropi-TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Değerlendirme ve Seçme Probleminin Çözümlemesi	Özgüner & Özgüner (2019)

AHP-TOPSIS Ve AHP-VIKOR Yöntemleri ile Ambulans Tedarikçisi Seçimi	Alakaş vd.(2019)
Sustainable Supplier Selection In The Retail Industry: A TOPSIS-And Anfis-Based Evaluating Methodology	Okwu vd. (2020)
AHP ve TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Tekstil Sektöründe Personel Seçimi	Ersoy (2021)

TOPSIS yöntemi genellikle tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetimi seçimi, insan kaynakları uygulamaları gibi alanlarda kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan TOPSIS yöntemi ile ilgili yerli ve yabancı yazında yer alan çalışmaların bir kısmı Tablo 4’te gösterilmektedir.

### COPRAS Yöntemi

Karmaşık oransal değerlendirme, COPRAS (Complex Proportional Assessment) 1994 yılında Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi araştırmacıları Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilen bir yöntemdir. COPRAS yöntemi nicel ve nitel ölçütleri değerlendirebilen bir ÇÖKV yöntemidir(Özbek, 2017a, s. 70). COPRAS yöntemi, önem ve fayda derecelerini dikkate alarak alternatifleri değerlendirme ve sıralama süreçlerinden oluşmaktadır(Kundakçı ve Sarıçalı, 2019, s. 1036). COPRAS yöntemi, seçenekleri birbiriyle karşılaştırıp yüzdesel oran olarak değerlendirerek diğer seçeneklerden ne derece iyi ya da ne derece kötü olduğunu ifade etmektedir. Yöntem, hem nitel hem de nicel ölçütleri değerlendirmeye imkân sağlamaktadır. Diğer bazı yöntemler gibi ikili karşılaştırmalar yapmadığından seçeneklerin fazla sayıda olması işlem süresini zorlaştırmayarak çözüm adımında hata oranı düşük olmaktadır. Yöntemin bu özelliği yöntemi diğer ÇÖKV yöntemlerinden ayıran en önemli özellik olarak ifade edilmektedir. COPRAS yönteminde izlenecek adımlar şu şekildedir(Zavadskas vd. 1994, s. 135-139; Aksoy vd. 2015, s. 12-14; Sarıçalı ve Kundakçı, 2016, s. 51-52).

Yöntemin başlangıcında yer alan değişkenler aşağıda belirtildiği gibidir.

$A_i$ : i. Alternatifi (j=1,2,...,m)  
 $C_j$ : j. Değerlendirme ölçütü (j=1,2,...,n)  
 $w_j$ : j. Değerlendirme ölçütünün önem düzeyi (j=1,2,...,n)  
 $x_{ij}$ : j. Değerlendirme ölçütü açısından i. alternatifin değeridir. (j=1,2,...,n)

**1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması:** Eşitlik (13)’te olduğu gibi karar matrisi oluşturulmaktadır.  $x_{ij}$  değerlerinden oluşan karar matrisi D ile gösterilmektedir.

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (13)$$

**2. Adım: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi:** Karar problemlerinde çözümü yapılmakta olan seçeneklerin değerleri farklı değer ve ölçülerde olabilmektedir. Bu bakımdan farklı değer ve ölçülere sahip olan seçenekleri 0 ile 1 arasında değer alacak şekilde standart hale getirerek normalizasyon işlemi yapılmaktadır. Normalize edilen karar matrisi eşitlik (14) ile gösterilmektedir.

$$d_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}} \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n \quad (14)$$

**3. Adım: Normalize Edilen Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması:** Değerlendirme ölçütünün her birinin ağırlık değeri ( $w_j$ ) ile normalize edilen karar matrisi çarpılarak ağırlıklandırılan normalize karar matrisi hesaplanmaktadır. Ağırlıklandırılan normalize karar matrisi  $d_{ij}$  elemanlarından oluşmaktadır. Hesaplama işlemi eşitlik (15)'te gösterilmektedir. Ağırlıklandırılan normalize karar matrisi  $D'$  ile sembolize edilerek eşitlik (16) ile gösterilmektedir.

$$D' = d_{ij} = x_{ij} \cdot w_j \quad (15)$$

$$D' = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & d_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ d_{n1} & d_{n2} & d_{nm} \end{pmatrix} \quad (16)$$

**4. Adım: Ağırlıklandırılan Normalize İndekslerinin Toplanması:** Bu aşamada faydalı ve faydasız ölçütler hesaplanmaktadır.  $S_+$  Faydalı ölçütleri temsil ederken aynı zamanda hedefe ulaşmada daha yüksek değerlerin daha iyi durumu gösterdiği ölçütleri ifade etmektedir.  $S_-$  Faydasız ölçütleri temsil etmekte olup hedefe ulaşmada daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği ölçütleri ifade etmektedir. Hesaplama yapılırken ölçütler arasından maksimum yönlü olanlar toplanarak  $S_+$  faydalı ölçütler bulunmaktadır. Aynı zamanda hesaplamada ölçütler arasından minimum



yönlü olanlarda toplanarak  $S_-$  faydasız ölçütler bulunmaktadır. Eşitlik (17) ve (18)'de  $S_+$  ve  $S_-$  değerleri formüle edilmektedir.

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^n d_{(+i)} \quad \text{faydalı ölçütler} \quad (17)$$

$$S_{-j} = \sum_{i=1}^n d_{(-i)} \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m. \quad \text{faydasız ölçütler} \quad (18)$$

**5. Adım: Karar Seçeneklerinin Göreceli Önem Düzeylerinin Hesaplanması:** Eşitlik (19)'da her seçenek için  $Q_j$  göreceli önem değeri hesaplanmaktadır. Hesaplama sonucunda en iyi seçeneğin, en fazla göreceli önem değerine sahip olan seçenek olduğu ifade edilmektedir.

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-min} \cdot \sum_{j=1}^m S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-j}}} \quad j = 1, \dots, m \quad (19)$$

**6. Adım: En Yüksek Göreceli Öncelik Değerinin Hesaplanması:** Eşitlik (20) yardımıyla  $Q_j$  sütununda yer alan seçenek değerleri içinden en yüksek göreceli öncelik değeri hesaplanmaktadır.

$$Q_{max} = \max(Q_j) \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (20)$$

**7. Adım: Karar Seçeneklerinin Performans İndekslerinin Hesaplanması:** Eşitlik (21) yardımıyla her bir seçenek için  $P_i$  performans indeksi hesaplanır. En iyi seçenek,  $P_i$  performans değeri 100 olan seçenek olarak ifade edilmektedir. Seçeneklerin sıralamasını yapabilmek için performans indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanması gerekmektedir.

$$P_i = \frac{Q_j}{Q_{max}} \cdot 100\% \quad (21)$$

Yazında yapılan çalışmalar incelendiğinde COPRAS yöntemine yönelik çalışmalarda yöntemin hem tek başına hem de birçok ÇÖKV yöntemleriyle birlikte kullanıldığı tespit edilmektedir. Çalışmada kullanılan COPRAS yöntemi ile ilgili yazında yer alan çalışmaların bir kısmı Tablo 5'te gösterilmektedir.

**Tablo 5.** COPRAS Yöntemi İle İlgili Yazın Taraması

The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS	Podvezko (2011)
İmalat İşletmeleri İçin Eksantrik Pres Alternatiflerinin COPRAS Yöntemi İle Karşılaştırılması	Özdağoğlu (2013)
Selection of the Most Suitable Non-Conventional Machining Processes for Ceramics Machining by Using MCDMs	Petkovic vd. (2015)

Bireysel Emeklilik Planı Seçiminin COPRAS ve TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi	Ertuğrul & Öztaş (2016)
AHP ve COPRAS Yöntemleri İle Otel Alternatiflerinin Değerlendirilmesi	Sarıçalı & Kundakçı (2016)
Tabletlerin Kullanılabilirlik Ölçütlerine Göre Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi	Can vd. (2017)
Türkiye’de Optimal Yenilenebilir Enerji Kaynağının COPRAS Yöntemiyle Tespiti ve Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının İstihdam Artırıcı Etkisi	Karaca vd. (2017)
Forbes 2000 Listesinde Yer Alan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin Entropi, Maut, COPRAS ve Saw Yöntemleri İle Analizi	Ömürbek & Urmak (2018)
Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Entropi ARAS ve COPRAS ile Araçlarla Performans Değerlendirmesi	Bayrakçı & Aksoy (2019)
Analysis of a Robot Selection Problem Using Two Newly Developed Hybrid MCDM Models of TOPSIS-ARAS and COPRAS-ARAS	Goswami vd. (2021)

## 2. Uygulama

Bu çalışmanın amacı; ÇÖKV yöntemlerinden olan MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerini bütünlük bir şekilde kullanarak işletmelerinin ölçütlerine uygun olan Kurumsal Kaynak Planlama yazılımının hangisi olduğunu belirlemektir. Bu amaçla aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmaktadır;

1. İşletmelerinin ERP yazılımını seçerken dikkate aldıkları ölçütler hangileridir?

2. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinin bütünlük olarak kullanılması ile dikkate alınan ölçütlerin ve yazılım seçeneklerinin değerlendirilmesi sonucunda işletmeye uygun olan yazılım hangisidir?

ERP yazılım seçiminde dikkat edilecek ölçütlerin önem ağırlıkları MACBETH yöntemiyle hesaplanmaktadır. Hesaplama sonucunda bulunan önem ağırlıkları TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinde bütünlük olarak kullanılmakta olup elde edilen sonuçların karşılaştırılması ile uygun olan ERP yazılımı bulunmaktadır.

ERP yazılım seçiminde incelenmesi gereken alt ölçütler yapılan yazın taraması sonucunda Satın Alma Maliyeti, Geliştirme Maliyeti, Bakım ve Destek Maliyeti, Fonksiyonellik, ERP Güvenilirliği, Raporlama Becerileri, Kullanım Kolaylığı, Uygunluk, Referans, Destek Hizmetlerin Kalitesi, Esneklik, Organizasyonel Uyumluluk, Firma Tanınırlığı (Ayçin, 2019, s.524; Ecer, 2016, s.93; Yıldız<sup>a</sup> ve Yıldız<sup>b</sup>, 2014, s.90) olarak bulunmaktadır. Bulunan bu alt ölçütlere ilave olarak Donanım Maliyeti, Eğitim Hizmetleri Maliyeti, İmplementasyon, Çoklu Dil Desteği, Esnek Lisanslama, Web Tabanlılık, Süreç Yönetimi, Uyarı Onay Mekanizmaları, Sektörel Hakimiyet, Tecrübe alt ölçütleri bilişim sektöründe çalışan uzman yazılım mühendisi,

yazılım uzmanı ve proje-satış sorumlusu ile ERP yazılımını kullanan operasyon direktörü(COO), bilgi işlem müdürü ve insan kaynakları uzmanı ile e-posta yoluyla ve yüz yüze görüşme yapılarak uzman görüşleri sonucunda belirlenmiştir. Belirlenen alt ölçütler akademisyen olarak görev yapan bilgisayar yazılım mühendislerinin ve bilişim sektöründe çalışan destek ekip liderinin görüşleri ile beş başlıkta sınıflandırılmaktadır. Seçeneklerin ve sınıflandırılan ölçütlerin puanlanması ise 2020 yılı 1. ve 2. ISO 500 anket sonuçlarında yer alan ve Malatya İlinde faaliyet gösteren iki firmada ERP yazılımını kullanan ve bu firmalarda çalışan dijital dönüşüm proje yöneticisi ve bilgi işlem sorumlusu ile Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Etik Kurulu'na onaylanmış Kurumsal Kaynak Planlamasında kullanılacak/kullanılmakta olan yazılımın seçiminde dikkat edilecek/edilen kriterlerin önem derecesini belirtmeleri istenen bir ölçeği içeren bir form iletilerek e-posta yoluyla değerlendirilmiştir. Uygulama kapsamında yer alan ölçütler ile sınıflandırılan alt ölçütler aşağıda belirtilmektedir.

- **Maliyet (M1) Ölçütüne Ait Sınıflandırılan Alt Ölçütler**
  - Satın Alma Maliyeti
  - Geliştirme Maliyeti
  - Bakım ve Destek Maliyeti
  - Donanım Maliyeti
  - Eğitim Hizmetleri Maliyeti
- **İşlevsellik (İ1) Ölçütüne Ait Sınıflandırılan Alt Ölçütler**
  - Fonksiyonellik
  - ERP Güvenilirliği
  - Esneklik
  - İmplementasyon
- **Kullanım (K1) Ölçütüne Ait Sınıflandırılan Alt Ölçütler**
  - Raporlama Becerileri
  - Kullanım Kolaylığı
  - Çoklu Dil Desteği
  - Esnek Lisanslama
  - Web Tabanlılık
- **Verimlilik ve Hız (VH1) Ölçütüne Ait Sınıflandırılan Alt Ölçütler**
  - Süreç Yönetimi
  - Organizasyonel Uyumluluk
  - Uyarı Onay Mekanizmaları
  - Uygunluk
- **Firma Özellikleri (FÖ1) Ölçütüne Ait Sınıflandırılan Alt Ölçütler**
  - Firma Tanınırlığı
  - Sektörel Hâkimiyet
  - Tecrübe

- Referans
- Destek Hizmetlerin Kalitesi

### MACBETH Yöntemi İle Ölçütlerin Ağırlıklandırılması

Uygulamada ilk adımda MACBETH yöntemi ile ölçütlerin ağırlıklarını hesaplayabilmek amacıyla M-MACBETH programından faydalanılmıştır. Programda belirlenen ölçütler için değer ağacı oluşturulmakta ve Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. M-MACBETH Değer Ağacı

	[ M1 ]	[ İ1 ]	[ K1 ]	[ VH1 ]	[ FÖ1 ]	[ all lower ]	Current scale	extreme
[ M1 ]	no	strong	strong	strong	strong	positive	37.78	v. strong
[ İ1 ]		no	strong	strong	strong	positive	28.89	strong
[ K1 ]			no	strong	strong	positive	20.00	moderate
[ VH1 ]				no	strong	positive	11.11	weak
[ FÖ1 ]					no	positive	2.22	very weak
[ all lower ]						no	0.00	no

Şekil 2. Karar Verici-1 Tarafından Oluşturulan Karşılaştırma

### Matrisi ve Ölçütlerin Ağırlıkları

Ölçütlerin ağırlıklarını hesaplayabilmek için uzmanların görüşünden yararlanılmaktadır. Karar Verici-1’in yapmış olduğu değerlendirme Tablo 2’deki MACBETH Semantik ölçeğine göre M-MACBETH programına girişi yapılarak ölçütler karşılaştırılmaktadır. M-MACBETH programı sonucuna göre elde edilen ölçütlerin ağırlıkları Şekil 2.’deki M-MACBETH programının ekran görüntüsünde “Current Scale” sütununda yer almaktadır.

Şekil 2.’deki ölçütlerin ağırlıkları incelendiğinde, Karar Verici-1’e göre en yüksek ölçüt ağırlığına sahip olan ‘Maliyet’ ölçütü iken en düşük ölçüt ağırlığına sahip olan ‘Firma Özellikleri’ ölçütü olarak tespit edilmektedir. Karar Verici-2 için de aynı süreçler yapılmakta olup sonuçlar Tablo 6’da gösterilmektedir. Karar vericilerin değerlendirmeleri sonucunda elde edilen ölçütlerin ağırlıklarının ortalamaları alınarak grup kararına dayalı olarak ölçütlerin önem ağırlıkları hesaplanmaktadır.

**Tablo 6.** Karar Vericilerin Görüşleri Sonucunda Elde Edilen Ölçütlerin Önem Ağırlıkları

	Karar Verici-1	Karar Verici-2	Ortalama
Maliyet (M1)	37,78	37,78	37,78
İşlevsellik (İ1)	28,89	24,44	26,67
Kullanım (K1)	20,00	20,00	20,00
Verimlilik ve Hız (VH1)	11,11	15,56	13,34
Firma Özellikleri (FÖ1)	2,22	2,22	2,22

### TOPSIS Yöntemi İle Kurumsal Kaynak Planlama Yazılım Seçimi

Ölçütlerin ağırlıklarının MACBETH yöntemiyle hesaplanmasının ardından TOPSIS yöntemi ile yazılım seçenekleri değerlendirilmektedir. Seçenekler uygulamada S1, S2, S3, S4, S5, S6 olarak ifade edilmektedir. Karar Verici-1 ve Karar Verici-2'nin seçenekleri değerlendirmeleri grup kararına dayalı olarak gerçekleştirildiğinden elde edilen seçeneklerin değerlendirme sonuçları ile seçeneklerin ortalamaları Tablo 7'de gösterilmektedir. Yazılım seçeneklerinin karar vericiler tarafından değerlendirilmesi 100 puan üzerinden yapılmakta olup en iyi puan 100, en kötü puan 0 olacak şekilde tüm ölçütlerde değerlendirmeler yapılmaktadır. Oluşturulan karar matrisi Tablo 7'de gösterilmektedir.

**Tablo 7.** Karar Vericilerin Görüşleri Sonucunda Elde Edilen Seçeneklerin Ortalaması

		Karar Verici-1	Karar Verici-2	Ortalama
Maliyet(M1)	S1	60	80	70
	S2	65	80	72,5
	S3	50	80	65
	S4	10	80	45
	S5	15	80	47,5
	S6	0	80	40
İşlevsellik(İ1)	S1	40	70	55
	S2	40	70	55
	S3	75	70	72,5
	S4	85	70	77,5
	S5	80	70	75
	S6	0	70	35
Kullanım(K1)	S1	80	80	80
	S2	50	80	65
	S3	80	80	80
	S4	70	80	75
	S5	65	80	72,5
	S6	0	80	40
	S1	70	90	80

Verimlilik ve Hız(VH1)	S2	50	90	70
	S3	75	90	82,5
	S4	90	90	90
	S5	85	90	87,5
	S6	0	90	45
Firma Özellikleri(FÖ1)	S1	50	50	50
	S2	50	50	50
	S3	75	50	62,5
	S4	90	50	70
	S5	85	50	67,5
	S6	0	50	25

Tablo 8. Karar Matrisi

	Maliyet(M1)	İşlevsellik(İ1)	Kullanım(K1)	Verimlilik ve Hız(VH1)	Firma Özellikleri (FÖ1)
S1	70	55	80	80	50
S2	72,5	55	65	70	50
S3	65	72,5	80	82,5	62,5
S4	45	77,5	75	90	70
S5	47,5	75	72,5	87,5	67,5
S6	40	35	40	45	25

Puanlamada 100 puanın en iyi puan olarak değerlendirildiği bir ölçek üzerinden seçeneklerin ölçütlere göre değerlendirilmesi yapılmakta olup eşitlik (4)'ten yararlanılarak normalize karar matrisi değerleri hesaplanmaktadır. Yapılan hesaplama sonucunda elde edilen normalize karar matrisi Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Normalize Karar Matrisi

	Maliyet(M1)	İşlevsellik(İ1)	Kullanım(K1)	Verimlilik ve Hız(VH1)	Firma Özellikleri (FÖ1)
S1	0,4918	0,3538	0,4657	0,4223	0,3629
S2	0,5093	0,3538	0,3784	0,3695	0,3629
S3	0,4566	0,4664	0,4657	0,4355	0,4536
S4	0,3161	0,4986	0,4366	0,4751	0,5080
S5	0,3337	0,4825	0,4221	0,4619	0,4899
S6	0,2810	0,2252	0,2329	0,2375	0,1814

Uygulamanın ilk aşamasında MACBETH yöntemi ile bulunan ve Tablo 6'da yer alan ölçütlerin önem ağırlıkları, normalize karar matrisi ile eşitlik (7)'den yararlanılarak çarpılır ve ağırlıklandırılan normalize karar matrisi hesaplanmaktadır. Ağırlıklandırılan normalize karar matrisi Tablo 10'da gösterilmektedir.

**Tablo 10.** Ağırlıklandırılan Normalize Karar Matrisi

	Maliyet(M1)	İşlevsellik(İ1)	Kullanım(K1)	Verimlilik ve Hız(VH1)	Firma Özellikleri (FÖ1)
S1	18,5786	9,4366	9,3146	5,6334	0,8055
S2	19,2421	9,4366	7,5681	4,9293	0,8055
S3	17,2516	12,4391	9,3146	5,8095	1,0069
S4	11,9434	13,2970	8,7324	6,3376	1,1278
S5	12,6069	12,8681	8,4413	6,1616	1,0875
S6	10,6164	6,0051	4,6573	3,1688	0,4028

TOPSIS yönteminin diğer aşamasında pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerinin bulunması yer almaktadır. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerini bulabilmek için eşitlik (8) ve (9)'dan yararlanılarak hesaplamalar yapılmakta olup hesaplama sonuçları Tablo 11'de gösterilmektedir. Hesaplama aşamasında, maliyet ölçütü minimize edilmesi gereken diğer ölçütler ise maksimize edilmesi gereken ölçütler olarak ele alınmaktadır.

**Tablo 11.** Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

	Maliyet(M1)	İşlevsellik(İ1)	Kullanım(K1)	Verimlilik ve Hız(VH1)	Firma Özellikleri (FÖ1)
<b>Pozitif İdeal Çözüm A*</b>	10,6164	13,2970	9,3146	6,3376	1,1278
<b>Negatif İdeal Çözüm A*</b>	19,2421	6,0051	4,6573	3,1688	0,4028

Seçeneklerin ideal çözüme olan uzaklıklarını bulabilmek için eşitlik (10) ve (11) yardımıyla hesaplamalar yapılmaktadır. İdeal çözüme göreceli yakınlığın bulunabilmesi için eşitlik (12)'den yararlanılmaktadır. Seçeneklerin pozitif ve negatif ideal uzaklıkları ile ideal çözüme göreceli yakınlık dereceleri Tablo 12'de gösterilerek seçeneklerin sıralaması yapılmaktadır.

**Tablo 12.** ERP Yazılım Seçimi Göreceli Değerleri ve Seçeneklerin Sıralaması

	Pozitif İdeal Uzaklık $A_i^*$	Negatif İdeal Uzaklık $A_i^-$	İdeal Çözüme Göreceli Yakınlık $C_j^*$	Sıralama
S1	8,8826	6,3358	9,8826	3
S2	9,7183	4,8486	<b>10,7183</b>	<b>1</b>
S3	6,7123	8,6248	7,7123	4
S4	1,4491	11,5593	2,4491	6

S5	2,2229	10,7178	3,2229	5
S6	9,2428	8,6258	10,2428	2

TOPSIS yöntemine göre kurumsal kaynak planlama yazılım seçiminde ideal çözüme göreceli yakınlık değeri 10,7183 puan ile Seçenek 2 (S2) ilk sırada yer alırken ideal çözüme göreceli yakınlık değeri 2,4491 puan ile Seçenek 4 (S4) son sırada yer almaktadır.

### COPRAS Yöntemi İle Kurumsal Kaynak Planlama Yazılım Seçimi

Uygulamanın bu aşamasında MACBETH yöntemi ile bulunan ölçütlerin ağırlıkları COPRAS yöntemiyle bütünleşik olarak kullanılmaktadır. Normalize karar matrisini elde edebilmek için Tablo 8’de oluşturulan karar matrisinden yararlanılarak eşitlik (14)’te yer alan hesaplama yapılmaktadır. Yapılan hesaplama sonucu elde edilen normalize karar matrisi Tablo 13’te gösterilmektedir.

**Tablo 13.** Normalize Karar Matrisi

	Maliyet(M1)	İşlevsellik(İ1)	Kullanım(K1)	Verimlilik ve Hız(VH1)	Firma Özellikleri (FÖ1)
S1	0,2059	0,1486	0,1939	0,1758	0,1538
S2	0,2132	0,1486	0,1576	0,1538	0,1538
S3	0,1912	0,1959	0,1939	0,1813	0,1923
S4	0,1324	0,2095	0,1818	0,1978	0,2154
S5	0,1397	0,2027	0,1758	0,1923	0,2077
S6	0,1176	0,0946	0,0970	0,0989	0,0769

MACBETH yöntemi sonucunda bulunan ölçütlerin ağırlıkları ile normalize karar matrisi eşitlik (15)’ten yararlanılarak çarpılır ve ağırlıklandırılan karar matrisi hesaplanarak Tablo 14’te gösterilmektedir.

**Tablo 14.** Ağırlıklandırılan Karar Matrisi

	Maliyet(M1)	İşlevsellik(İ1)	Kullanım(K1)	Verimlilik ve Hız (VH1)	Firma Özellikleri (FÖ1)
S1	7,7782	3,9645	3,8788	2,3455	0,3415
S2	8,0560	3,9645	3,1515	2,0523	0,3415
S3	7,2226	5,2259	3,8788	2,4188	0,4269
S4	5,0003	5,5863	3,6364	2,6387	0,4782
S5	5,2781	5,4061	3,5152	2,5654	0,4611
S6	4,4447	2,5228	1,9394	1,3193	0,1708

Yöntemin bu aşamasında her bir seçenek için  $S_+$  ve  $S_-$  değerlerini hesaplayabilmek amacıyla  $S_+$  değerleri için eşitlik (17)’den ve  $S_-$  değerleri



için eşitlik (18)'den faydalanılmaktadır. Seçeneklere ilişkin  $S_+$  ve  $S_-$  değerleri Tablo 15'te gösterilmektedir.

**Tablo 15.** Seçeneklere İlişkin  $S_+$  ve  $S_-$  Değerleri

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
<b><math>S_+</math> Değeri</b>	10,5303	9,5098	11,9504	12,3395	11,9477	5,9523
<b>S. Değeri</b>	7,7782	8,0560	7,2226	5,0003	5,2781	4,4447
<b><math>S_{-min} / S_i^-</math></b>	0,5714	0,5517	0,6154	0,8889	0,8421	1,0000

$Q_j$  değerlerinin hesaplanabilmesi için eşitlik (19)'dan yararlanılarak her bir seçenek için  $Q_j$  göreceli önem değeri hesaplanmaktadır. Tablo 16'da seçeneklerin  $Q_j$  göreceli önem değeri gösterilmektedir.

**Tablo 16.** Seçeneklerin  $Q_j$  Göreceli Önem Değeri

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
<b><math>Q_j</math> Göreceli Önem Değeri</b>	15,3604	14,1734	17,1521	19,8531	19,0658	14,4051

En yüksek değere sahip göreceli öncelik değerinin hesaplanması için eşitlik (20)'den yararlanılmaktadır. Hesaplama sonucuna göre en yüksek  $Q_{max}$  değeri 19,8531 olarak bulunmaktadır.  $Q_{max}$  değeri ile her bir seçenek için  $P_i$  performans indeksi eşitlik (21)'den yararlanılarak hesaplanmaktadır. Hesaplama sonucu ve hesaplama sonucuna göre oluşturulan sıralama Tablo 17'de gösterilmektedir.

**Tablo 17.** Seçeneklerin  $P_i$  Performans Değeri ve Sıralaması

	<b><math>P_i</math> Performans Değeri</b>	<b>Sıralama</b>
<b>S1</b>	77,3706	4
<b>S2</b>	71,3916	6
<b>S3</b>	86,3952	3
<b>S4</b>	<b>100,0000</b>	<b>1</b>
<b>S5</b>	96,0347	2
<b>S6</b>	72,5587	5

COPRAS yöntemine göre kurumsal kaynak planlama yazılım seçiminde performans değeri 100,0000 puan ile Seçenek 4 (S4) ilk sırada yer alırken performans değeri 71,3916 puan ile Seçenek 2 (S2) son sırada yer almaktadır.

**Tablo 18.** TOPSIS ve COPRAS Sonuç Karşılaştırması

	<b>TOPSIS Sıralama</b>	<b>COPRAS Sıralama</b>
<b>S1</b>	9,8826	77,3706
<b>S2</b>	<b>10,7183</b>	71,3916
<b>S3</b>	7,7123	86,3952
<b>S4</b>	2,4491	<b>100,0000</b>
<b>S5</b>	3,2229	96,0347
<b>S6</b>	10,2428	72,5587

Kurumsal kaynak planlama yazılım seçiminde TOPSIS ve COPRAS yöntemleri sonucunda elde edilen seçenek sıralamaları Tablo 18'de karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma sonucuna göre TOPSIS yönteminde 10,7183 puan ile Seçenek 2 (S2) ilk sırada yer alırken COPRAS yöntemine göre 100,0000 puan ile Seçenek 4 (S4) ilk sırada yer almaktadır.

#### **Sonuç**

Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin yazına kazandırılmasıyla birlikte birçok yöntem çeşitli araştırmalara dâhil edilmektedir. Yöntemlerin daha çok işletmeler tarafından içinden çıkılamayan, uğraştırıcı ve birden fazla problemin karar verme sürecinde kullanıldığı tespit edilmektedir. Yöntemler, karar vericinin zaman kaybını önleyebilmesi ve problemin sonucunda en iyi çözümü bulabilmesi için işlem basamaklarının az olması, kolay, pratik, hızlı ve doğru sonuçlar veren Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden en uygun olanını tercih etmesi ile süreci desteklemektedir. Yazında son zamanlarda kullanılan birçok yöntem tek başına en iyi sonucu verirken birçok yöntemde birbiriyle bütünleşik olarak kullanılmaktadır. Bütünleşik olarak kullanılan yöntemlerin daha iyi ve daha etkin sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarda da tespit edilmektedir. ÇÖKV yöntemlerine dair yapılan çalışmalarda MACBETH yönteminin son yıllarda daha fazla çalışmada yer aldığı tespit edilmektedir.

MACBETH yöntemi daha çok seçim problemlerinde kullanılan çok nitelikli bir yöntemdir. MACBETH yönteminde karar vericilerin ölçüt ve seçeneklere verdikleri değerlerin nitel değerler olmasından dolayı yöntemin ilgili yazın içindeki önemi artmaktadır. Yöntemin en önemli farkı, nitel değerler kullanarak karar vericiyi yönlendirmesi olmaktadır. MACBETH yönteminin geliştirilen yazılımı M-MACBETH kullanıcılara daha güvenilir sonuçlar vermektedir. M-MACBETH programı karar vericiyi en iyi sonuca ulaştırırken aynı zamanda ölçütlerin ağırlıklarını da hesaplamaktadır. Ölçüt ağırlıklarının hesaplanması yöntemin diğer çok ölçütlü karar verme yöntemleriyle bütünleşik olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla iki

ve daha fazla yöntem kullanılarak yapılan çalışmaların sonuçlarının daha etkili ve güvenilir olması yöntemlerin bütünleşik olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

Kurumlar küreselleşen dünyada müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmek, değişen modayı yakalamak, teknolojiden geri kalmamak gibi rekabet unsurlarına uygun hareket etmelidirler. Kurumsal kaynak planlama (ERP) kullanımı, şirketlerin iş sürecini takip etmesinde, şirket bölümlerinin bütünleşik olarak eş zamanlı hareket etmesinde, farklı ülkelerdeki kaynaklarını kontrol etmesinde ve ihtiyaç olan ülkelere tedarikinin sağlanmasında fayda sağlamaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte ERP yazılımlarını seçen kurumlar verilere daha kolay ulaşabilmekte, farklı birimler arasında terimsel bütünlük sağlamakta, maliyetleri azaltma beklentisinde olmakta, müşterilerin yardımıyla ürünlerini geliştirebilmektedirler. Yazılım, farklı sektörlerde faaliyet gösteren şirketlerin farklı ihtiyaçlarına cevap verebilmek amacıyla şirketler tarafından yazılıma ek özellikler eklenerek yazılımın “özelleştirilebilmesi” esnekliğine sahip olmaktadır. Günümüzde ERP yazılımları birçok sektörde en çok tercih edilen yazılım olmaktadır. ERP yazılımları, işletmelerde kullanılan ürünlerin tedarikinden üretimine, üretim sırasında her aşamada ortaya çıkan maliyetin hesaplanmasına, proje planlamasından tedarik zinciri yönetimine her bölümde detaylı bir şekilde yönetim ortamı oluşturarak birçok sektörünün ihtiyacına bir çözüm olmalıdır. İşletmeler ERP yazılımını içinde buldukları sektörün özelliklerine, ihtiyaçlarına ve kurallarına uygun olarak seçmelidirler.

Bu çalışmada belirlenen ölçütler üzerinden ERP yazılım seçeneklerinin seçimine yönelik bir uygulama ÇÖKV yöntemlerinden MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Uzman görüşlerinin nitel olarak ifade edilebildiği yöntem olan MACBETH ile ölçüt ağırlıkları hesaplanmakta olup önce TOPSIS yöntemi ardından da COPRAS yöntemi ile seçenekler sıralanmaktadır. TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinin sonuçları birbirleri ile karşılaştırılarak en uygun ERP yazılımı seçilmektedir. MACBETH yöntemine göre 'Maliyet' ölçütü ve ardından 'İşlevsellik' ölçütü en önemli ölçütler olarak tespit edilmiştir. TOPSIS yöntemine göre 10,7183 puan ile Seçenek 2 (S2) sıralamada en iyi seçenek iken COPRAS yöntemine göre 100,0000 puan ile Seçenek 4 (S4) en iyi seçenek olarak bulunmuştur. TOPSIS yönteminde Seçenek 2 (S2)'nin ve COPRAS yönteminde Seçenek 4 (S4)'ün en uygun seçenek olarak bulunması yöntemlerin uygulama adımlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Uygulama, birçok ölçüte sahip olan Kurumsal kaynak planlama yazılım seçeneklerinin değerlendirildiği karar problemlerinde, Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemlerinin bütünleşik olarak uygulanabileceğini göstermektedir. Araştırmanın yapıldığı tarih itibariyle MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı yeterince çalışmaya/çalışmalara rastlanılmamaktadır. Dolayısıyla çalışma bu yönüyle özgün olup yazına yeni ölçütler sunmasıyla yazına katkı sağladığı düşünülmektedir. Gelecek çalışmalarda MACBETH, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılmasıyla farklı alanlarda yapılacak uygulamalara yer verilebilir. MACBETH yöntemi ile elde edilen ölçüt ağırlıkları diğer ÇÖKV yöntemleri ile bütünleşik bir şekilde kullanılarak farklı uygulamalar gerçekleştirilebilir.

### Kaynakça

- Akgül, A. K., & Gözülü, S., (2014). Enterprise resource planning implementation: a survey of Turkish manufacturing organizations - kurumsal kaynak planlaması uygulamaları: Türk sanayi işletmelerinde bir araştırma. *Öneri Dergisi*, 11(41), 41-56.
- Aksoy, E., Ömürbek, N., & Karaatlı, M. (2015). AHP temelli multimooora ve copras yöntemi ile Türkiye Kömür İşletmeleri'nin performans değerlendirmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4), 1-28.
- Alakaş, H. M., Bucak, M., & Kızıldaş, Ş. (2019). AHP-TOPSIS ve AHP-VİKOR yöntemleri ile ambulans tedarik firması seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(1), 93-101.
- Alatepeli, B. (2021). Çok kriterli karar verme teknikleri ile kurumsal kaynak planlama sistemi seçimi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 27-32.
- Aouadni, S., Rebai, A., & Turskis, Z. (2017). The meaningful mixed data TOPSIS (TOPSIS-mmd) method and its application in supplier selection. *Studies in Informatics and Control*, 26(3), 353-363.
- Arsu, T., & Ayçin, E. (2020). BIST lokanta ve oteller sektöründeki turizm işletmelerinin finansal performanslarının MACBETH ve EDAS yöntemleri ile incelenmesi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 20th International Symposium on Econometrics. Operations Research and Statistics EYI 2020 Special Issue, 156-178. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ahbvuibfd/issue/55755/698379>
- Aşan, H., & Ayçin, E. (2020). Kurumsal kaynak planlama sistemlerinin seçimindeki kriterlerin Best-Worst metodu ile değerlendirilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İz Düşüm Dergisi*, 5(2), 114-124. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/beuibfaid/issue/57509/804795>
- Ayçin, E. (2019). Kurumsal kaynak planlama (kkp) sistemlerinin seçiminde MACBETH ve MABAC yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(2), 533-552.
- Ayçin, E., & Çakın, E. (2019). Kobi'lerin finansal performansının MACBETH-COPRAS bütünleşik yaklaşımıyla değerlendirilmesi. *Journal of Yaşar University*, 14(55), 251-265.

- Baki B., & Çakar K. (2005). Determining the ERP Package-selecting criteria. *Business Process Management Journal*, 11(1), 75-86.
- Bana e Costa, C.A., & Vansnick, J.C. (1993). Sur la Quantification Des Jugements De Valeur: L'approche MACBETH, Université de Paris Dauphine
- Bana e Costa, C.A., & Vansnick, J. C. (1999). The MACBETH Approach: Basic Ideas, Software, and an Application. In *Advances in Decision Analysis* (pp. 131-157). Springer. Dordrecht.
- Bana e Costa, C. A., De Corte, J-M., & Vansnick, J. C. (2003). MACBETH. (Overview of MACBETH multicriteria decision analysis approach). *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 11(2), 359-387.
- Bayrakçı, E., & Aksoy, E. (2019). Bireysel emeklilik şirketlerinin Entropi Ağırlıklı Aras ve COPRAS yöntemleri ile karşılaştırmalı performans değerlendirmesi. *Business and Economics Research Journal*, 10(2), 415-434.
- Behesti, H. M. (2006). What managers should know about ERP/ERP II. *Management Research News*, 29(4), 184-193.
- Can, G. F., Atalay, K. D., & Eraslan, E. (2017). Tabletlerin kullanılabilirlik ölçütlerine göre çok kriterli karar verme yaklaşımıyla değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 81-88.
- 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), 1-22.
- 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.
- Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard Business Review*, 76(4).
- Delouyi, F. L., Ghodsypour, S. H., Ashrafi, M., & Saifoddin, A. (2021). Environmental analysis for the selection of long-distance natural gas pipeline routes using MACBETH. *Management of Environmental Quality: An International Journal*.
- Dikmen, C. F., & Say, T. (2008). A mcdm approach for middlemen evaluation and selection in marketing. *Serbian Journal of Management*, 3(1), 5-15.

- Dulkadir, B. (2012). Tekstil işletmelerinde kurumsal kaynak planlaması (erp) kullanımındaki memnuniyet düzeyi ve Malatya ilinde bir araştırma. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 3(2), 17-36.
- Ecer, F. (2016). ARAS yöntemi kullanılarak kurumsal kaynak planlaması yazılımı seçimi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 8(1), 89-98.
- Ersoy, Y. (2021). AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak tekstil sektöründe personel seçimi. *Kafdağı*, 6(1), 60-78.
- Ertuğrul, İ., & Öztaş, T. (2016). Bireysel emeklilik planı seçiminde karar verme yöntemlerinin uygulanması: COPRAS ve TOPSIS örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 165-186.
- Goldston, J. (2020). The evolution of ERP systems: A literature review. *International Journal of Research Publications*, 50(1), 1-17.
- Gören, H. G., & Şenocak, A. A. (2018). MACBETH based taguchi loss functions approach for green supplier selection: A case study in textile industry. *Textile and Apparel*, 28(2), 90-97.
- Gökkaya, H., & Kellegöz, T. (2017). Personel tayin işlemleri için AHP, TOPSIS ve Macar Algoritması tabanlı karar destek modeli. *Endüstri Mühendisliği*, 28(1), 2-18.
- Goswami, SSS., Behera, DKK., Afzal, A., Razak Kaladgi, A., Khan, SAA, Rajendran, P., ... & Asif, M. (2021). TOPSIS-ARAS ve COPRAS-ARAS'ın yeni geliştirilmiş iki hibrit MCDM modelini kullanarak bir robot seçim probleminin analizi. *Simetri*, 13(8), 1331.
- Haddara, M. (2018). ERP systems selection in multinational enterprises: A practical guide. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 6(1), 43-57.
- Hwang CL., & Yoon K. (1981) Çoklu nitelikli karar verme yöntemleri. İçinde: *Çoklu Nitelik Karar Verme. Ekonomi ve Matematik Sistemlerinde Ders Notları*. Cilt 186. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3)
- Karaca, C., Ulutaş, A., & Eşgünoğlu, M. (2017). Türkiye’de optimal yenilenebilir enerji kaynağının COPRAS yöntemiyle tespiti ve yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam artırıcı etkisi. *Maliye Dergisi*, 172, 111-132.
- Karande, P., & Chakraborty, S. (2013). Using MACBETH method for supplier selection in manufacturing environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4(2), 259-279.

- Komchornrit, K. (2017). The selection of dry port location by a hybrid cfa-MACBETH-promethee method: a case study of southern Thailand. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3), 141-153.
- Kundakçı, N., & Işık, A. (2016). Integration of MACBETH and COPRAS methods to select air compressor for a textile company. *Decision Science Letters*, 5(3), 381-394.
- Kundakçı, N. (2016). Combined multi-criteria decision making approach based on MACBETH and multi-moora methods. *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17-26.
- Kundakçı, N., & Sarıçalı, G. (2019). Bütünleşik Kemira-M ve COPRAS yöntemi ile mermer işletmesi için katrak makinesi seçimi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(20), 1028-1061.
- Lien, C.T., & Chan, H.L. (2007). A selection model for ERP system by applying fuzzy AHP approach. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 15(3), 58-72.
- Lien, C. T., & Liang, S. K. (2005). An ERP system selection model with project management viewpoint—a fuzzy multi-criteria decision-making approach. *International Journal of the Information Systems for Logistics and Management*, 1(1), 39-46.
- Lin, C. T., & Tsai, M. C. (2010). Location choice for direct foreign investment in new hospitals in China by using ANP and TOPSIS. *Qualitative Quantitative*, 44, 375-390.
- Menon, S. (2019). Critical challenges in enterprise resource planning (ERP) implementation. *International Journal of Business and Management*, 14(7), 54-69.
- Méxas, M. P., Goncalves Quelhas, O. L., & Costa, H. G. (2012). Prioritization of enterprise resource planning systems criteria: Focusing on construction industry. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 340-350.
- Moraes, C. C. de F., Pinheiro, P. R., Rolim, I. G., da Silva Costa, J. L., Junior, M. D. S. E., & De Andrade, S. J. M. (2021). Using the multi-criteria model for optimization of operational routes of thermal power plants. *Energies*, 14(12), 3682.
- Okwu, M. O., & Tartibu, L. K. (2020). Sustainable supplier selection in the retail industry: A TOPSIS-and anfis-based evaluating methodology. *International Journal Of Engineering Business Management*, 12, doi.org/10.1177/1847979019899542



- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by mcdm methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal Of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- Ömürbek, N., & Urmak, E. D. A. (2018). Forbes 2000 listesinde yer alan havacılık sektöründeki şirketlerin ENTROPI, MAUT, COPRAS ve SAW yöntemleri ile analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 257-278.
- Özbek, A. (2017a). Türkiye Diyanet Vakfı'nın SAW, COPRAS ve TOPSIS yöntemi ile performans değerlendirmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 15(1), 66-84.
- Özdağoğlu, A. (2013). İmalat işletmeleri için eksantrik pres alternatiflerinin COPRAS yöntemi ile karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 4(8), 1-22.
- Özdağoğlu, A., Yılmaz, K., & Keleş, M. K. (2020). Evaluation of machine selection criteria with MACBETH method in a ginnery factory. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 37, 26-37.
- 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.
- Özgüner, Z., & Özgüner, M. (2020). Entegre Entropi-TOPSIS yöntemleri ile tedarikçi değerlendirme ve seçme probleminin çözümlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(37), 551-568.
- Perçin, S. (2009). Evaluation of third-party logistics (3pl) providers by using a two-phase AHP and TOPSIS methodology. *Benchmarking: An International Journal*, 16(5), 588-604.
- 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.
- 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.
- Petkovic D., Madic M., & Radenkovic G. (2015). Selection of the most suitable non-conventional machining processes for ceramics machining by using MCDMs. *Science of Sintering*, 47(2), 229-235.

- Podvezko, V. (2011). MCDA yöntemleri SAW ve COPRAS'ın karşılaştırmalı analizi. *Mühendislik Ekonomisi*, 22(2), 134-146.
- Rahim, R., Supiyandi, S., Siahaan, A. P. U., Listyorini, T., Utomo, A. P., Triyanto, W. A., ... & Khairunnisa, K. (2018). TOPSIS method application for decision support system in internal control for selecting best employees. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1028, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Rashid M. A., Hossain L., & Patrick J. D. (2020). The evolution of ERP systems: A historical perspective. *International Journal of Research Publications*, 50(1), 3-17.
- Roszkowska, E. (2014). The MACBETH approach for evaluation offers in ill-structure negotiations problems. *Optimum Studia Ekonomiczne*, 5 (71), 69-88.
- Sarıçalı, G., & Kundakçı, N. (2016). AHP ve COPRAS yöntemleri ile otel alternatiflerinin değerlendirilmesi. *International Review of Economics and Management*, 4(1), 45-66.
- Tekez, E., & Bark, N. (2016). Mobilya sektöründe bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 55-63.
- Ullah, A., Baharun, R. B., Nor, K., Siddique, M., & Sami, A. (2018). Enterprise resource planning (erp) systems and user performance (up). *International Journal of Applied Decision Sciences*, XI(03), 377-390.
- Yıldız<sup>a</sup>, A., & Yıldız<sup>b</sup>, D. (2014). Bulanık TOPSIS yöntemiyle kurumsal kaynak planlaması yazılım seçimi. *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 87-106.
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and Economic Development Of Economy*, 1(3), 131-139.

**Enterprise Resource Planning Software Selection with Integrated  
MACBETH, TOPSIS and COPRAS Methods**

**Extended Abstract**

Today, businesses focus more on customer delight. The better the information flow between the supply chain members and the business, the better the customer satisfaction. Businesses deliver their products to their customers through organizations in the supply chain. Businesses should communicate with members of the supply chain in a timely, accurate, and organized manner throughout the entire process of making the product and delivering it to the client. Every information that is changed or added in the production process is important for both the company and the supply chain members. The production of the product according to customer

demands and expectations is determined according to the market conditions in which the enterprise is located. The qualities of the product to be produced alter due to changes in market conditions and differentiation of client expectations.

To respond promptly and precisely to consumer demands and expectations, businesses benefit from Enterprise Resource Planning (ERP) software. The major goal of an enterprise resource planning system is to boost a company's competitiveness by allowing managers to make decisions based on real-time, reliable data. Enterprise Resource Planning software provides fast, accurate, easy, and immediate visualization of the information flow between enterprises and their supply chain members. Enterprise Resource Planning software can be used between the supply chain members of the enterprises as well as between the units in the enterprise. Enterprise Resource Planning software enables the flow of information about the products to be produced between the Accounting, Planning, Human Resources, Production, Storage, Purchasing, etc. business units. Enterprise Resource Planning software presents the product process reports of the business units to the managers as a whole, allowing the managers to see every information about product development more clearly during the decision-making phase. Enterprise resource planning software does not collect the data it obtains in a single center and makes it available within the enterprise, allowing functional units to see the data instantly. Enterprise resource planning software also provides benefits in reducing costs as it creates an electronic exchange of information and order taking with certain customers. In addition, with software updates, technology is followed and applied within the enterprise, and with that, it gains a competitive advantage over competitors. The choice of the enterprise resource planning system, which has an important place in the strategic decisions of large, medium, and small-sized enterprises and in increasing their competitiveness, has great importance.

The increase in the use of enterprise resource planning system in the globalizing world causes the companies that produce this software to increase. Businesses should choose the supplier of enterprise resource planning software and software that is appropriate for their activities and communications with supply chain members.

Businesses make use of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods to facilitate the solution of problems, to make quick decisions in a multi-criteria decision environment. The methods support the process by choosing the most appropriate one among the multi-criteria decision-making methods that give easy, practical, fast, accurate and more effective results so that the decision maker can prevent time loss and find the best solution as a result of the problem. Multi-criteria decision making is the solution of problems that involve multiple and contradictory criteria. Multi-criteria decision-making methods are based on problems involving qualitative and quantitative criteria. Multi-criteria decision-making methods provide common solutions for many problems and are easy to implement. The most useful methods in multi-criteria decision-making methods are the ones that are conceptually clear and simple. As a result of the multi-criteria decision-making method, the best option is to be identified. The accuracy and quality of the decision to be made with multi-criteria decision-making methods, the evaluation of all options, and the consideration of all criteria in the decision-making process have the same importance in the decision-making process. Multi-criteria decision-making methods comprise many approaches. While many methods used recently in multi-criteria decision-

making methods give the best results alone, they are used as integrated with each other in many methods.

In this study, an application directed to Enterprise Resource Planning software selection is given by making use of multi-criteria decision-making methods. The criteria and options determined by scanning the literature on enterprise resource planning software selection are determined in line with the evaluations of the experts, by interviewing software experts, managers, sales specialists, team leaders and academicians. In the study, the importance weights of the criteria are calculated with the MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) method, which is a method by which expert opinions can be expressed qualitatively. After the importance weights of the criteria are found, the best software is selected first with the TOPSIS (The Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) method and then with the COPRAS (Complex Proportional Assessment) method. The most appropriate enterprise resource planning software is found with making a comparative evaluation with TOPSIS and COPRAS methods. As a result of the study, the 'Cost' criterion and then the 'Functionality' criterion were determined as the most important criteria according to the MACBETH method. According to the TOPSIS method, while Option 2 (S2) was the best option in the ranking, Option 4 (S4) was found to be the best option according to the COPRAS method. The fact that Option 2 (S2) in the TOPSIS method and Option 4 (S4) in the COPRAS method is the most suitable choice is due to the different application steps of the methods.