

ARAS Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi¹

Selection of Enterprise Resource Planning Software by using ARAS Method

Fatih ECER

Doç. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF, (fecer@aku.edu.tr)

ÖZ

Anahtar kelimeler:

ARAS, Kurumsal
Kaynak Planlama,
ÇKKV

Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning-ERP) yazılımı sistemleri, etkin ve verimli bir işletme faaliyeti gerçekleştirmek için kritik öneme sahiptir. ERP sistemlerinin üretim, planlama, dağıtım ve muhasebe gibi fonksiyonları tek bir sistemde toplaması nedeniyle en uygun ERP sisteminin seçimi işletmeler açısından oldukça önemlidir. Ayrıca yanlış seçilen bir ERP sistemi işletme açısından zaman, maliyet ve pazar kaybıdır. İşletmeye uygun ERP yazılımı sistemi seçimi, pek çok kriteri ve alternatifi bünyesinde barındıran bir çeşit Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. Böyle bir problemin çözümüne yardımcı olabilecek ÇKKV yöntemlerinden birisi de oldukça yeni bir yöntem olan ARAS (Additive Ratio Assessment- Eklenebilir Nispi Değerlendirme) yöntemidir. ARAS yöntemi, tercih edilen alternatifin optimal çözüme oransal olarak en büyük olan alternatif olması prensibine dayanır. ARAS yöntemi anlaşılması kolay, hesaplama süresi kısa ve matematiksel işlemleri az olan ancak buna karşın güvenilir bir yöntemdir. Çalışmada çeşitli ERP yazılımı seçim kriterleriyle farklı ERP yazılımı alternatifleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, en iyi ERP sistemi seçimini ARAS yöntemiyle gerçekleştirmektir. Çalışmanın sonunda ERP yazılımı alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralanmıştır. Çalışma, ARAS yönteminin en uygun ERP yazılımı sisteminin seçiminde kullanılabilir bir yöntem olduğunu göstermiştir.

ABSTRACT

Keywords: ARAS,
Enterprise
Resource
Planning, MCDM

Enterprise Resource Planning (ERP) software systems have critical importance to achieve an effective and efficient business activity. Since ERP systems integrate all functions including manufacturing, planning, distribution, and accounting into a single system, selecting the most appropriate ERP system is a very important for the firms. What is more an improperly selected ERP system may have an impact on the time required, and the costs and market share of a firm. Selecting an appropriate ERP software system is a Multiple Criteria Decision Making (MCDM) problem including many criteria and alternatives. That may help to solve such a problem is the ARAS (Additive Ratio Assessment) method which is a relatively newly developed MCDM method. ARAS is based on the principle that the preferred alternative should have the biggest ratio to the optimal solution. ARAS is a method which is easy to understand, the computation time is short, and mathematical operations are less yet reliable. The aim of this paper is to select the best ERP system by means of ARAS method. It is evaluated different ERP software alternatives using several ERP software selection criteria in this study. At the end of this paper ERP software alternatives are ranked from best to the worst. This study demonstrates the feasibility of the ARAS method to select the most appropriate ERP software system.

1. GİRİŞ

Günümüzde artan pazar rekabeti işletmelerin maliyetlerini azaltmasını, yatırımlarından en yüksek geri dönüşü elde etmesini, daha kısa teslimat süresine erişmesini ve müşteri beklentilerini daha fazla karşılmasını gerektirmektedir (Wei vd., 2005). İşletmeler artık gelişen bilgi teknolojilerini takip ederek giderek daha da yoğunlaşan rekabet ortamlarında rakiplerine üstünlük sağlayabilmeyi ve farklılık yaratabilmeyi amaçlamaktadırlar. Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP²), kurumların tedarikten dağıtıma kadar tüm iş süreçlerini bütünlük bir bilgi yönetim sistemi desteğiyle yönetmesini sağlayan geniş kapsamlı ve modüler yapıya sahip yazılım paketidir (Keçek ve Yıldırım, 2010). Bu bağlamda ERP yazılımı sistemleri, işletmelere mevcut kaynakları daha etkin ve verimli bir şekilde kullanma, bilgi teknolojilerini kullanmaya dayalı stratejiler geliştirme ve iş akışlarını düzenleyebilme imkanları sağlamaktadır. Müşteri memnuniyeti sağlamanın ön plana çıktığı çağımızda işletmeler, teknoloji destekli bilgi sistemlerini kullanarak rekabette öne geçmeyi hedeflemektedirler. Standart paketler halinde sunulan ve gerçekte bir uygulama yazılımı olan ERP yazılımları, işletmenin ihtiyacına göre

¹Bu çalışmanın özeti 15. Uluslararası Ekonometri, Yöneyim Araştırması ve İstatistik Sempozyumu'nda "Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ARAS Yöntemi" başlığı ile sunulmuştur.

²Gerek literatürde gerekse uygulamada Kurumsal Kaynak Planlaması yerine ERP kavramının kullanımı daha yaygın olması nedeniyle çalışmada ERP kavramının kullanımı tercih edilmiştir.

özelleştirilebilmektedir. Gerek zaman gerekse de maliyet avantajı sağlayan ERP sistemlerinin kullanılmasıyla birlikte işletmeler artık hem kaynaklarını daha verimli olarak kullanabilmekte hem de rekabet avantajı sağlayabilmektedirler.

İşletmelerin bilgi teknolojilerini kullanmaya başlamasıyla birlikte ortaya çıkan yazılım seçimi, karar vericilerin karşı karşıya kaldığı ve pek çok kriteri içinde barındıran bir tür Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. Çünkü yöneticiler mevcut yazılım alternatifleri arasından maksimum faydayı elde edecekleri en uygun ve doğru yazılımı seçmek istemektedirler. Burada en uygun ve doğru ile kastedilen, seçilen yazılımın çok fazla değişikliğe uğramadan kurumsal bilgi ve süreçlere adapte edilebilmesi ve kurulum sonrasında yazılıma güven duyulabilmesidir. Yanlış yapılacak bir ERP seçimi işletmeyi gereksiz maliyetlere, risklere ve zaman kaybına sürükler. ERP yazılımı seçimi süreci, çeşitli kriterlerin ve alternatiflerin birlikte değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir süreç olduğundan yöneticilerin zorlandıkları bir süreçtir. Karşılaşılan zorlukları yok etmeye yönelik olarak geçmişte yapılan çalışmalarda çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmada ise yazılım seçimine yönelik olarak ARAS (AdditiveRatioAssessment- Eklemeli Nispi Değerlendirme) yöntemi önerilmiştir. Bilindiği kadarıyla literatürdeERP yazılım seçimini gerçekleştirmek amacıyla ARAS yönteminin kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. ARAS yöntemi ilk olarak ZavadskasandTurskis (2010) tarafından ortaya atılmıştır. ARAS yöntemine göre fayda derecesi (utilitydegree), bir alternatifin optimalite fonksiyonu değeri ile optimal kabul edilen alternatifin optimalite fonksiyonu değerinin kıyaslanması neticesinde bulunur. Bulunan değer ne kadar büyükse o alternatifin sıralamadaki konumu daha üst sıralarda yer alır.

Nah vd. (2001), Umble vd. (2003) ve Al-Mashari vd. (2003) ERP uygulamalarının başarıya ulaşmasında yazılım seçimini en önemli aşamalardan biri olarak görmektedirler. Ancak oldukça büyük olan ERP pazarında işletmeye en uygun olan yazılımın seçimi oldukça önemli ve karmaşık bir süreçtir. Çalışmada ERP yazılım sistemi seçimi belirlenen kriterler ve alternatifler çerçevesinde ARAS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı işletmeler açısından stratejik bir öneme sahip olan ERP seçiminin ARAS yöntemini kullanarak etkin, güvenilir ve gerçekçi bir yaklaşımla gerçekleştirilmesidir. Özellikle kriter seçiminin işletmelerin rekabetçi anlayışlarına destek olacak şekilde seçilmesine özen gösterilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından ARAS yöntemiyle alternatif yazılımlar değerlendirilmiş ve en iyi olandan en kötüye doğru bir sıralama yapılmıştır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde ERP seçimi üzerine yapılmış bazı çalışmalara yer verilmiştir. Sonraki bölümde ARAS yöntemi anlatılmıştır. Dördüncü bölümde ARAS yönteminin nasıl uygulandığına ilişkin bir örnek uygulamaya yer verilmiştir. Son bölüm ise sonuç ve önerileri içermektedir.

2. ERP KAVRAMI VE ERP ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

ERP sistemleri, bir işletme içindeki tüm fonksiyonların ve iş süreçlerinin bir araya getirilerek etkin bir bilgi akışının oluşmasını sağlayan sistemlerdir. ERP sistemleri işletmenin çeşitli iş faaliyetlerini ele alan birçok yazılım bileşenini (modülünü) tek bir veritabanı altında çalıştırmaktadır. Bu sistemler işletme içindeki farklı fonksiyonların (finans, tedarik zinciri yönetimi, insan kaynakları planlaması, üretim planlaması ve kontrolü, kalite yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi vb.) bütünleştirilmesiyle, işletmenin tüm süreçlerinde yer alan bilgilere kolaylıkla ulaşılmasını mümkün kılmaktadır. ERP sistemlerinin en önemli özelliği modüler yapıya sahip olmalarıdır. ERP bileşenleri (modülleri), işletme fonksiyonlarına önemli katkılarda bulunan sistem elemanlarıdır. Her bölümün ERP bileşeni, iş süreci içerisinde geliştirilen alt süreçleri göz önüne alarak çalışırlar. Bilgi teknolojilerinden uzak kalmak istemeyen firmalar müşteri beklentilerini karşılayabilmek ve rekabet edebilmek için ERP yazılım programlarını bir üstünlük aracı olarak kullanmaktadırlar. ERP yazılımları hem stok, hammadde ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi ile tedarik süresi ve üretim zamanlarının azaltılması hem de verimliliğin ve müşteri memnuniyetinin artırılması gibi konularda işletmelere sağladığı faydalar bakımından oldukça önem taşımaktadır. İşletmeler ERP sistemleri sayesinde, bilgi sistemlerini standardize ederek kendilerini geliştirebilmekte, üretim ve dağıtım kaynakları arasındaki iletişimi ve kontrolü sağlayabilmekte, maliyet, zaman, kalite ve teslimat açısından müşteri isteklerini karşılayabilmekte, iş süreçlerini düzenleyerek etkinliklerini arttırabilmektedirler (Perçin ve Gök, 2013; Keçek ve Yıldırım, 2010). Bununla birlikte işletmelerin farklı fonksiyonlarının gereksinimlerini karşılayan tek bir ERP yazılım sistemi bulunmamaktadır. Dolayısıyla işletmeler faaliyetlerine en uygun olan ERP yazılımını ve bu yazılımı sağlayan tedarikçisini seçmek durumundadırlar (Wei vd., 2005). Dünya çapında ERP tedarikçisi konumundaki bazı tedarikçiler SAP, ORACLE, Microsoft, IFS (Industrialand Financial Systems), IAS (Industrial Application Software) ve ABAS olup yerli ERP yazılımı firmalarından en önemlileri ise NETSIS, LOGO, UYUMSOFT, WORKCUBE, SET Yazılım ve TEKNOSOL'dur.

ERP yazılım sistemleri, kurulumu oldukça maliyetli olan ve geri dönüşümü uzun zaman alan sistemler olduklarından bu sistemlerin seçimi işletmelerin üzerinde hassasiyetle durdukları bir konudur. Bu nedenle literatürde gerek ERP yazılımı seçiminde kullanılabilecek kriterlere gerekse de seçim prosedürüne ilişkin yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bayraktar ve Efe (2006) ERP yazılımlarının başarıya ulaşmasındaki kritik unsurları analiz etmişler ve yönetim desteği, açıkça belirlenmiş vizyon ve misyon, tedarikçi seçimi, danışman kullanımı gibi yirmi faktörden birinin uygun yazılımın seçilmesi olduğunu belirtmişlerdir. Yapılmış çalışmaların pek çoğunda AHP yönteminin kullanıldığı görülmektedir. ARAS yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya ise rastlanılmamıştır. Bu durumun yapılan bu çalışmanın özgün bir yanı olduğu söylenebilir. Tablo 1'de yapılmış çalışmalardan bazıları özetlenmiştir.

Tablo 1. ERP seçimine yönelik yapılmış bazı çalışmalar

Yazar/Yazarlar	Yöntem
Teltumbde (2000)	Nominal grup tekniği ile AHP
Büyüközkan vd. (2004)	Bulanık AHP
Başlıgil (2005)	Bulanık AHP
Lien ve Liang (2005)	Bulanık AHP
Ayağ ve Özdemir (2007)	Bulanık ANP
Razmi vd. (2009)	Bulanık AHP
Kahraman vd. (2010)	Bulanık AHP
Babak ve Erkan (2011)	AHP
Onut ve Efendigil (2010)	Bulanık AHP
Wei vd. (2005)	AHP
Büyüközkan ve Ruan (2008)	Bulanık VIKOR
Yazgan vd. (2009)	Analitik Ağ Prosesi (ANP) ve Yapay Sinir Ağları
Lingyu vd. (2009)	Bulanık TOPSIS
Gümüş vd. (2010)	Bulanık ANP
Bernroider ve Stix (2003)	Veri Zarflama Analizi
Ziaee vd. (2006)	Tam Sayılı Programlama
Ghapanchi vd. (2008)	Bulanık Veri Zarflama Analizi
Şen vd. (2009)	Bulanık Çok Amaçlı Programlama
Demirtaş vd. (2011)	Bulanık AHP ve TOPSIS
Görener (2011)	ANP ve VIKOR
Perçin ve Gök (2013)	ANP ve TOPSIS

3. ARAS YÖNTEMİ

ÇKKV yöntemleri alternatifler içinden en iyi olanın seçilmesinde kullanılırlar. ÇKKV yöntemlerini sınıflandırmak için çeşitli görüşler bulunmaktadır. Bu bağlamda Larichev'in (2000) yöntemin içerdiği bilgi türüne göre yaptığı sınıflama şöyledir (Zavadskas vd.,2010):

- Nicel ölçümlere dayalı yöntemler (TOPSIS, SAW, LINMAP, COPRAS, COPRAS-G, ARAS)
- Nitel ölçümlere dayalı yöntemler (AHP, Bulanık Küme Teorisi yöntemleri vb.)
- Alternatiflerin ikili karşılaştırılmasına dayalı karşılaştırmalı tercih yöntemleri (ELECTRE, PROMETHEE, UTA, MUSA, AKUTA, TACTIC, ORESTE vb.)
- Nitel bilgiyi kullanan ve yüksek düzeyde belirsizlik içeren dilsel karar verme yöntemleri (doğrusal programlama gibi).

ARAS yöntemine göre bir projede olası bir alternatifin göreceli etkinliğini belirlemede kullanılan fayda fonksiyonu, kriterlerin ağırlık ve değerlerinin göreceli etkileri ile direkt orantılıdır. ARAS yöntemi alternatifin performansını belirlemeye yardımcı olur ve her alternatifin ideal alternatife göre oransal benzerliğini ortaya koyar (Dadelo vd., 2012).Örneğin bir kriterin optimal değerinin 10 olduğunu, ancak bu kritere göre değerlendirmede alternatifler arasındaki en büyük skorun 9 olduğunu kabul edelim. Bu durumda kriterin optimallik değeri diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi 1.0 değil 0.9'dur. Böylece ARAS diğer ÇKKV yöntemleri arasında oransal derecelendirme amacına en uygun olan yöntem gibi görünmektedir.

Literatürde ARAS yöntemini kullanarak yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar şunlardır:

- Tupenaite vd. (2010) Bulgaristan kültürel mirası restorasyon projelerini ARAS yöntemiyle değerlendirmişlerdir.
- Zavadskas vd. (2010) binaların inşa edileceği yerleri belirlemek için ARAS yönteminden faydalanmışlardır.
- Bakshi ve Sarkar (2011) ARAS yöntemini proje seçiminin değerlendirilmesinde kullanmışlardır.
- Zavadskas ve Turskis (2010) binaları iç atmosferleri çerçevesinde ARAS yöntemiyle değerlendirmişlerdir.
- Sušinskas vd. (2011) köprü yapımında kullanılan büyük kazıkların seçimini ARAS yöntemiyle yapmışlardır.
- Zavadskas vd. (2012) ARAS yönteminden yararlanarak proje yöneticisi seçimi yapmışlardır.
- Dadelo vd. (2012) ARAS yöntemi ile personel seçimi çalışması yapmışlardır.
- Baležentis vd. (2012) ARAS yöntemiyle birlikte üç farklı ÇKKV tekniği kullanarak Litvanya'daki iktisadi kuruluşları değerlendirmişler ve elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır.
- Sliogeriene vd. (2013) enerji üretim teknolojileri seçiminde ARAS yöntemini kullanmışlardır.
- Kutut vd. (2013) restorasyon yapılacak binaların seçimine yönelik olarak ARAS yönteminden yararlanmışlardır.
- Reza ve Majid (2013) bankaları internet bankacılığına duyulan güven bağlamında ARAS yöntemiyle değerlendirmişlerdir.
- Chatterjee ve Chakraborty (2013) materyal seçimine yönelik olarak ARAS yöntemini kullanmışlardır.
- Baležentis ve Štreimikienė (2013) Litvanya'nın sürdürülebilir kalkınma önceliklerinin sıralanmasında ARAS yönteminden yararlanmışlardır.

ARAS yöntemi ile 5 adımda çözüm gerçekleştirilir (Dadelo vd., 2012):

1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması

Öncelikle karar matrisi oluşturulur. ÇKKV problemlerinde karar matrisi aşağıdaki gibidir ve m tane alternatif (satırlar) ve n tane kriterden (sütunlar) meydana gelir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \cdots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 0,1,\dots,m; j = 1,2,\dots,n \quad (1)$$

Matriste alternatif sayısını, n kriter sayısını, x_{ij} j kriterine göre i alternatifinin performans değerini ve x_{0j} ise j kriterinin optimal değerini göstermektedir. Eğer j kriterinin optimal değeri bilinmiyorsa (2) numaralı formül kullanılır:

$$\begin{cases} \text{Eğer } \max_i x_{ij} \text{ ise } x_{0j} = \max_i x_{ij} \\ \text{Eğer } \min_i x_{ij}^* \text{ ise } x_{0j} = \min_i x_{ij}^* \end{cases} \quad (2)$$

2. Adım: Normalizasyon

Genellikle değerlendirmelerde yararlanılan kriterler farklı boyutlarda ve ölçeklerde olabilmektedir. Bu adımın amacı farklı boyutlarda olan kriterlerin normalizasyon işlemi gerçekleştirilerek standart hale getirmektir. Böylece tüm kriterler $[0,1]$ aralığında değerlere sahip olur.

Normalizasyonda maksimum olması istenen kriterler için Formül (3), minimum olması istenen kriterler için ise Formül (4) kullanılır.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (3)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^m 1/x_{ij}} \quad (4)$$

Normalizasyon işleminin ardından normalize edilmiş karar matrisi şöyle oluşturulur:

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \bar{x}_{02} & \cdots & \bar{x}_{0n} \\ \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \cdots & \bar{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = 0,1,\dots,m; j = 1,2,\dots,n \quad (5)$$

3. Adım: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulması

Bu adımda ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir. Kriter ağırlıkları 0 ile 1 arasında bir değer alır ($0 < w_j < 1$).

Ayrıca kriter ağırlıklarının toplamı 1'e eşittir. Ağırlıklar analiz sonuçlarını doğrudan etkilediği için ağırlıkların titiz ve dikkatlice belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Normalize edilmiş ağırlıklar Formül (6) ile belirlenir. Formülde w_j ,

j kriterinin ağırlığını (önem düzeyini) \bar{x}_{ij} ise j kriterinin normalize edilmiş değerini ifade etmektedir.

$$x_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j; \quad i = 0,1,\dots,m \quad (6)$$

Böylece ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \cdots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0,1,\dots,m; j = 1,2,\dots,n \quad (7)$$

4. Adım: S_i optimallik fonksiyonunun hesaplanması

$$S_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}; \quad i = 0,1,\dots,m \quad (8)$$

(8) numaralı formülde S_i , i alternatifinin optimallik fonksiyonudur. S_i değeri ne kadar büyükse o kadar iyidir şeklinde yorumlanabilir. Çünkü hesaplama süreci göz önünde bulundurulduğunda S_i , nihai sonucu etkileyen x_{ij} ve w_j değerleriyle doğrudan ilişkilidir. Sonuç olarak S_i değeri büyük olan alternatif daha etkin alternatiftir.

5. Adım: Fayda derecesinin hesaplanması ve sıralamanın elde edilmesi

Fayda derecesi, bir alternatifin optimallik fonksiyonu değeri ile en iyi alternatifin optimallik fonksiyonu değerinin kıyaslanması neticesinde bulunur. S_0 , en iyi optimallik fonksiyonu değeri iken hesaplama (9) numaralı formül kullanılarak yapılır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; \quad i = 0,1,\dots,m \quad (9)$$

4.ÖRNEK UYGULAMA

4.1. Proje Ekibinin Oluşturulması

Öncelikle yönetici ve uzman gibi karar vericilerden oluşan bir proje ekibi oluşturulur. Üst düzey yöneticilerle departman yöneticilerinin proje ekibinde yer alması seçilecek olan ERP yazılımının başarı şansını artırır.

Çalışmada ERP seçiminde bilgi, tecrübe ve değerlendirmelerine başvurulmak üzere 5 üst düzey yöneticiden oluşan bir karar vericiler ekibi oluşturulmuştur. Karar vericiler 10 ile 25 yıl arasında iş tecrübesine sahip, 34 ile 46 yaş arasında, en az lisans mezunu yöneticilerdir. Karar vericiler önce Türkiye'nin en büyük ve önemli 5 ERP firması hakkında detaylı bilgiler toplayarak işe başlamıştır. Toplanan bilgilerin özellikle çalışmada yararlanılan kriterler çerçevesinde olduğunu belirtmek gerekir.

4.2. Kriterlerle Kriter Ağırlıklarının Tespit Edilmesi

Yapılmış çalışmalar incelendiğinde ERP yazılımı seçimine yönelik çeşitli kriterlerin belirlendiği görülmektedir. Örneğin Gürbüz vd. (2012) ERP seçiminin satıcı firma, müşteri ve yazılım olmak üzere 3 boyutu olduğunu belirtmektedir. Satıcı firma boyutunda destek ve hizmet, vizyon, pazardaki pozisyon, alan bilgisi, tanınmışlık, yazılım metodolojisi kriterleri yer almaktadır. Müşteri boyutunda kişiselleştirme kolaylığı, işletmeye uygunluk, ilişkili diğer birimlere uygunluk yer alır. Yazılım boyutunda ise fonksiyonellik, teknik çerçeve, maliyet, uyarılma süresi, güvenilirlik ve rekabet edebilme bulunur. Bir elektronik firmasında yapılan uygulamada karar vericiler Gürbüz vd. (2012) tarafından ifade edilen boyutlarda yer alan kriterlerden satıcı firma boyutundan 2, müşteri boyutundan 2 ve yazılım boyutundan 3 olmak üzere toplam 7 kriterinde değerlendirilmelerde yer almasının uygun olacağı görüşüne varmışlardır. Kriterlerden maliyet kriterinin minimum, diğerlerinin maksimum olması yöneticilerce arzu edilen bir durumdur.

- ✓ Maliyet (x1)
- ✓ Fonksiyonellik (x2)
- ✓ Kullanım kolaylığı (x3)
- ✓ Esneklik (x4)
- ✓ Yazılım güvenilirliği (x5)
- ✓ Tedarikçi firmanın tanınmışlığı (x6)
- ✓ Destek ve hizmet (x7)

Çalışmada ERP yazılımı seçiminde gözönünde bulundurulan kriterlerin ağırlıkları şöyle bulunmuştur (Turskis vd., 2006):

Adım 1: Sıralama toplamını bulma

$$t_j = \sum_{k=1}^{r=i} t_{jk} \quad j=1, \dots, n; k=1, \dots, m \quad (10)$$

Formülde t_j sıralamaların toplamı, r ise KV sayısıdır.

Adım 2: Sıralama ortalamasını bulma

$$\bar{t}_j = \frac{t_j}{r} \quad (11)$$

Adım 3: Kriter ağırlığını hesaplama

w_j , j . kriterin ağırlığı, m ise kriter sayısı iken kriter ağırlığı şöyle bulunur:

$$w_j = \frac{\bar{t}_j}{\sum_{j=1}^m \bar{t}_j} \quad (12)$$

Belirlenen kriterler göre karar vericilerin kriterlere ilişkin yaptıkları değerlendirmeler Tablo 2’de verilmiştir. Değerlendirmelerde kriter sayısı 7 olduğundan en yüksek değerlendirme 7 olabilmektedir. Örneğin birinci karar verici “maliyet” kriterini en önemli kriter olarak değerlendirmiş ve “7”, “esneklik” kriterini ise en az önemli olarak değerlendirmiş ve “1” vermiştir.

Tablo 2. Karar vericilerin kriter değerlendirmeleri

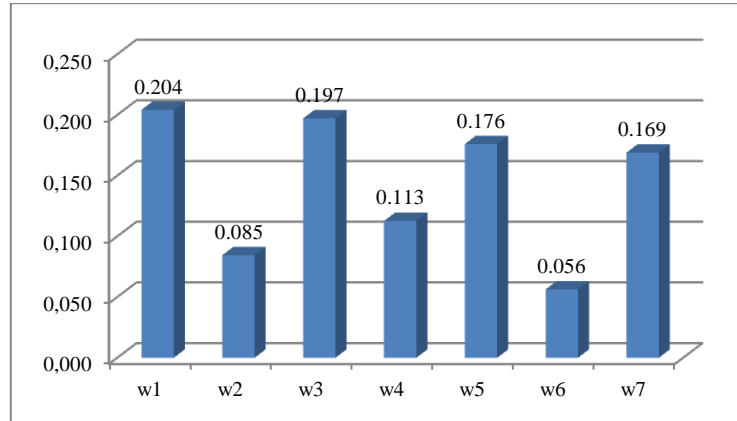
Kararverici	Kriterler						
	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
KV1	7	4	4	1	6	2	5
KV2	6	2	6	5	7	1	3
KV3	5	1	6	4	3	2	7
KV4	6	2	7	3	4	1	5
KV5	5	3	5	3	5	2	4

Denklem (10), (11), (12) kullanılarak çözüm yapıldığında kriterlerin ağırlıkları bulunur (Tablo 3).

Tablo 3. Kriter ağırlıklarının tespit edilmesi

	Kriterler						
	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
Adım 1	29	12	28	16	25	8	24
Adım 2	5.8	2.4	5.6	3.2	5	1.6	4.8
Kriter ağırlıkları	0.204	0.085	0.197	0.113	0.176	0.056	0.169

Şekil 1’de görüldüğü gibi kriterlerin ağırlıkları sırasıyla 0.204, 0.085, 0.197, 0.113, 0.176, 0.056 ve 0.169’dur. Böylece karar vericiler tarafından en önemli görülen kriter maliyettir. Onu sırasıyla kullanım kolaylığı, yazılım güvenilirliği, destek ve hizmet, esneklik, fonksiyonellik ve tedarikçi firmanın tanınırlığı izlemektedir.



Şekil 1. Kriterlerin ağırlıkları

4.3. Sıralamaların Belirlenmesi

4.3.1 Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar vericilerin kriterlere göre alternatifleri değerlendirmeleri Tablo 4’de verilmiştir. Çalışmada beş farklı yazılım alternatifi bu kriterler kapsamında değerlendirilmiştir. Yazılımların ismini vermemek adına, değerlendirilecek ERP yazılımları; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 olarak ifade edilmiştir. Tablo 5’te ise başlangıç karar matrisi görülmektedir. İlgili matriste minimum olması istenen x /kriteri için (2) numaralı denklem kullanılarak değerlendirme skorunun tersi alınmıştır. Kriterlere ilişkin a_0 (optimal) değeri bilinmiyorsa minimum olması istenen kriterler için minimum değerlendirme skoru, maksimum olması istenen kriterler için ise maksimum değerlendirme skoru esas alınır. Örneğin Tablo 4’te $x1$ kriteri minimum olması arzulan bir kriter olduğundan optimal değeri 1’dir (Tablo 4’te $x1$ sütunundaki en küçük değer).

Tablo 4. Karar vericilerin alternatif yazılımları değerlendirmeleri

	Kriterler						
	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
Optimizasyon Kriter	Min.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.
ağırlıkları	0.204	0.085	0.197	0.113	0.176	0.056	0.169
a_0 (optimal)	1	8	10	8	9	9	9
a_1	4	6	7	6	9	8	4
a_2	2	4	4	5	3	7	9
a_3	7	8	10	8	5	9	8
a_4	8	7	6	6	8	9	7
a_5	1	2	2	6	5	8	9

Tablo 5. Başlangıç karar matrisi

	Kriterler						
	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
Optimizasyon Kriter	Min.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.
ağırlıkları	0.204	0.085	0.197	0.113	0.176	0.056	0.169
a_0 (optimal)	1.000	8	10	8	9	9	9
a_1	0.250	6	7	6	9	8	4
a_2	0.500	4	4	5	3	7	9
a_3	0.143	8	10	8	5	9	8
a_4	0.125	7	6	6	8	9	7
a_5	1.000	2	2	6	5	8	9

4.3.2 Normalizasyon İşlemi

Denklem (3) ve (4) kullanılarak normalize yapılır. Elde edilen normalizematrix Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Normalize matrix

	Kriterler						
	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
Optimizasyon Kriter	Min.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.
ağırlıkları	0.204	0.085	0.197	0.113	0.176	0.056	0.169
a_0 (optimal)	0.331	0.229	0.256	0.205	0.231	0.180	0.196
a_1	0.083	0.171	0.179	0.154	0.231	0.160	0.087
a_2	0.166	0.114	0.103	0.128	0.077	0.140	0.196
a_3	0.047	0.229	0.256	0.205	0.128	0.180	0.174
a_4	0.041	0.200	0.154	0.154	0.205	0.180	0.152
a_5	0.331	0.057	0.051	0.154	0.128	0.160	0.196

4.3.3 Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Elde Edilmesi

Denklem (6) kullanılarak Tablo 7'deki ağırlıklandırılmış normalize matrix bulunur.

Tablo 7. Ağırlıklandırılmış normalize matris

	Kriterler						
	$x1$	$x2$	$x3$	$x4$	$x5$	$x6$	$x7$
Optimizasyon Kriter ağırlıkları	Min.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.	Maks.
a_0 (optimal)	0.204	0.085	0.197	0.113	0.176	0.056	0.169
a_1	0.068	0.019	0.051	0.023	0.041	0.010	0.033
a_2	0.017	0.015	0.035	0.017	0.041	0.009	0.015
a_3	0.034	0.010	0.020	0.014	0.014	0.008	0.033
a_4	0.010	0.019	0.051	0.023	0.023	0.010	0.029
a_5	0.008	0.017	0.030	0.017	0.036	0.010	0.026
a_5	0.068	0.005	0.010	0.017	0.023	0.009	0.033

4.3.4 Alternatiflerin Sıralanması

Denklemler (8), (9) kullanılarak sırasıyla S ve K değerleri bulunur. Bulunan K değerine göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır. Sonuçlar Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8. Sıralama sonuçları

	S	K	Sıralama
a_0 (optimal)	0.244	1.000	optimal
a_1	0.148	0.607	3
a_2	0.133	0.543	5
a_3	0.165	0.674	1
a_4	0.145	0.593	4
a_5	0.165	0.673	2

Elde edilen sonuçlara göre ERP yazılım alternatiflerinin sıralaması $a_3 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_2$ şeklindedir. Böylece üçüncü ERP yazılım alternatifi en iyi iken ikinci alternatif en kötü alternatiftir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Karmaşık bir sistem uygulaması olan ERP, işletmenin tüm bileşenlerini ilgilendirir, yüksek maliyetlidir ve uzunca bir zaman alır. Bu nedenle eskiye dönmek bazen çok zor belki de imkansız olabilmektedir. Büyük ölçekli bir proje olarak da nitelendirilebilecek olan ERP hassas bir planlama, tecrübe ve uzmanlık gerektirir. Rakiplere karşı pazarda bir rekabet üstünlüğü sağlamaya dönük olarak geliştirilen ERP yazılımlarının başarısı ilk önce bu sistemin işletme için en uygun olan sistem olup olmadığına bağlıdır. Kriterleri iyi belirleyerek yapılacak doğru bir seçim sistemin başarılı olmasında oldukça önemlidir.

Acımasız bir rekabetin yaşandığı ve teknolojinin akıl almaz hızla ilerlediği günümüzde ERP kavramının işletmeler açısından önemi daha da artmıştır. Çünkü tedarik sürecinden başlayarak nihai ürünün teslimine kadar geçen her bir aşamanın etkin bir biçimde yönetilmesinde gerçekte birer bilişim projesi olan ERP yazılımları önemli bir rol oynamaktadır. ERP sistemini kullanan ve başarılı olarak nitelendirilen işletmelerin en önemli özelliği, içinde buldukları sektörlere, kurumsal yapılarına ve teknolojik alt yapılarına uygun olan ERP sistemlerini seçerek uygulamaya geçirmeleridir. Bu çalışmada en uygun ERP seçiminin yeni bir ÇKKV yöntemi olan ARAS yöntemi ile gerçekleştirilmesi üzerinde durulmuştur.

Çalışmada maliyet, fonksiyonellik, kullanım kolaylığı, esneklik, yazılım güvenilirliği, tedarikçi firmanın tanınmışlığı ile destek ve hizmet kriterleri kullanılarak bir işletme için alternatif ERP yazılımları ARAS yöntemiyle değerlendirilmiştir. ARAS yönteminde kriter ağırlığını karar verici belirlemekte ve bilgi ve tecrübesi çerçevesinde kriterlere önem ağırlığı ataması yapabilmektedir. Bunun yol açabileceği sakıncaları yok edebilmek adına çalışmada Turskis vd. (2006) tarafından önerilen bir ağırlık belirleme modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ERP seçiminde en önemli kriter maliyettir. Onu sırasıyla kullanım kolaylığı, yazılım güvenilirliği, destek ve hizmet, esneklik, fonksiyonellik ve tedarikçi firmanın tanınmışlığı izlemektedir. Buna göre ARAS yöntemine göre beş ERP yazılım alternatifinin sıralaması $a_3 \succ a_5 \succ a_1 \succ a_4 \succ a_2$ şeklinde gerçekleşmiştir.

ERP yazılımlarının seçiminde firma sahip ve yöneticileri ile ilgili proje ekibinin özellikle ERP yazılımı seçiminde dikkat edilecek kriterleri özenle belirlemesi gerekmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda yazılım firmasının tanınmışlığı,

büyüklüğü, finansal durumu, sektörel uygulama deneyimleri, referans firmaların memnuniyet düzeyleriyle yazılım alınacak işletmenin ölçeği, mevcut durumu ve ihtiyaçları gibi faktörler karar verme sürecinde dikkate alınabilir. Böylece özellikle alternatif ERP yazılımlarının sıralaması birbirine yakın olarak belirlendiği takdirde, bunun gibi unsurlar değerlendirilerek daha doğru ve objektif kararlar verilebilir. Ayrıca karar vericilerin kesin olmayan yargılarının da dikkate alınabilmesine olanak tanıyan bulanık küme teorisi modele katılarak ERP yazılım seçimi yapılabilir.

KAYNAKÇA

- AL-MASHARI, M., AL-MUDIMIGH, A., ZAIRI, M., (2003). "Enterprise Resource Planning: A Taxonomy of Critical Factors", *European Journal of Operational Research*, 146: 352-364.
- AYAĞ, Z., ÖZDEMİR, R. G. (2007). "An Intelligent Approach to ERP Software Selection Through Fuzzy ANP", *International Journal of Production Research*, 45 (10): 2169-2194.
- BABAK, D. R., ERKAN, T. E. (2011). "ERP System Selection by AHP Method: Case Study from Turkey", *International Journal of Business and Management Studies*, 3(1): 39-48.
- BAKSHI, T., SARKAR, B. (2011). "MCA Based Performance Evaluation of Project Selection", *International Journal of Software Engineering & Applications*, 2(2): 14-22.
- BALEŽENTIS, A., ŠTREIMIKIENĖ, D. (2013). "Integrated Sustainability Index: the Case Study of Lithuania", *Intelektinė Ekonomika*, 7 (3): 289-303.
- BALEŽENTIS, A., BALEŽENTIS, T., MISIUNAS, A. (2012). "An Integrated Assessment of Lithuanian Economic Sectors Based on Financial Ratios and Fuzzy MCDM Methods", *Technological and Economic Development of Economy*, 18(1): 34-53.
- BAŞLIGİL, H. (2005). "The Fuzzy Analytic Hierarch Process for Software Selection Problems", *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 3: 24-33.
- BAYRAKTAR, E., EFE, M. (2006). "Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Kurulum Süreci: Kritik Başarı Faktörleri", *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(2): 91-109.
- BERNROIDER, E.W.N., V. STIX (2003). "The Evaluation of ERP Systems Using Data Envelopment Analysis", *The Proceedings of IRMA, Information Resources Management Association International Conference, USA*.
- BÜYÜKÖZKAN, G., RUAN, D. (2008). "Evaluation of Software Development Projects Using a Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach", *Mathematics and Computers in Simulation*, 77(5): 464-475.
- BÜYÜKÖZKAN, G., KAHRAMAN, C., RUAN, D. (2004). "A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection", *International Journal of General Systems*, 33 (2-3): 259-280.
- CHATTERJEE, P., CHAKRABORTY, S. (2013). "Gear Material Selection using Complex Proportional Assessment and Additive Ratio Assessment-based Approaches: A Comparative Study", *International Journal of Materials Science and Engineering*, 1 (2): 104-111.
- DADELO, S., TURSKIS, Z., ZAVADSKAS, E., DADELIENE, R. (2012). "Multiple Criteria Assessment of Elite Security Personal on the Basis of ARAS and Expert Methods", *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 46 (4): 65-88.
- DEMİRTAŞ, N., ALP, Ö.N., TUZKAYA, U.R., BARAÇLI, H. (2011). "Fuzzy AHP-TOPSIS Two Stages Methodology for ERP Software Selection: An Application in Passenger Transport Sector", *In 15th international research/expert conference, Prague, Czech Republic*, 277-280.
- GHAPANCHÍ, A.H., M.H. JAFARZADEH, M.H. KHAKBAZ (2008). "Fuzzy-Data Envelopment Analysis Approach to Enterprise Resource Planning System Analysis and Selection", *International Journal of Information Systems and Change Management*, 3(2): 157-170.
- GÖRENER, A., (2011). "ERP Software Selection using a Combined ANP and VIKOR Approach", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(1): 97-110.
- GÜMÜŞ, A. T., ÇETİN, A., KAPLAN, E. (2010). "A Fuzzy-Analytic Network Process Based Approach for Enterprise Information System Selection", *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 28: 74-85.
- GÜRBÜZ, T., ALPTEKİN, S. E., ALPTEKİN, G. I. (2012). "An Integrated Decision Support System for Selecting Software Systems", *EKNOW 2012: The Fourth International Conference on Information, Process and Knowledge Management*, 181(6): 64-69.
- KAHRAMAN, C., BESKESE, A., KAYA, İ. (2010). "Selection among ERP Outsourcing Alternatives Using a Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methodology", *International Journal of Production Research*, 48 (2): 547-566.

- KEÇEK, G., YILDIRIM, E. (2010). “Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi, 15(1): 193-211.
- KUTUT, V., ZAVADSKAS, E. K., LAZAUSKAS, M. (2013). Assessment of Priority Options for Preservation of Historic City Centre Buildings using MCDM (ARAS). *Procedia Engineering*, 57: 657-661.
- LARICHEV, O. (2000). Decision-making theory and methods, Moscow: Logos (in Russian).
- 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.
- LINGYU, H., BINGWU, L., JUNTAO, L. (2009). “An ERP Selection Model Based on Fuzzy Grey TOPSIS for SMESs”, Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, IEEE Computer Society, 244-248.
- NAH, F., LAU, J., KUANG, J. (2001). “Critical Factors for Successful Implementation of Enterprise Systems”, *Business Process Management Journal*, 7(3): 285-296.
- ONUT, S., EFENDİGİL, 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: 365-378.
- PERÇİN, S., GÖK, A.C. (2013). “ERP Yazılımı Seçimindeki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımı”, *Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(1): 93-114.
- RAZMI, J., SANGARI S., GHODSI, R. (2009). “Developing a Practical Framework for ERP Readiness Assessment using Fuzzy Analytic Network Process”, *Advances in Engineering Software*, 40: 1168-1178.
- REZA, S., MAJID, A. (2013). “Ranking Financial Institutions Based on of Trust in Online Banking using ARAS and ANP Method”, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 6 (4): 415-423.
- SLIOGERIENE, J., TURSKIS, Z., STREIMIKIENE, D. (2013). “Analysis and Choice of Energy Generation Technologies: The Multiple Criteria Assessment on the Case Study of Lithuania”, *Energy Procedia*, 32: 11-20.
- SUŠINSKAS, S., ZAVADSKAS, E. K., TURSKIS, Z. (2011). “Multiple Criteria Assessment of Pile-Columns Alternatives”, *Baltic Journal of Road & Bridge Engineering*, 6(3): 77-83.
- ŞEN, C. G., H. BARAÇLI, S. ŞEN, H. BAŞLIGİL (2009). “An Integrated Decision Support System Dealing with Qualitative and Quantitative Objectives for Enterprise Software Selection”, *Expert Systems with Applications*, 36: 5272-5283.
- TELTUMBDE, A. (2000). “A Framework for Evaluating ERP projects”, *International Journal Production Research*, 38 (17): 4507-4520.
- TUPENAITE, L., ZAVADSKAS, E. K., KAKLAUSKAS, A., TURSKIS, Z., SENIUT, M. (2010). “Multiple Criteria Assessment of Alternatives for Built and Human Environment Renovation”, *Journal of Civil Engineering and Management* 16(2): 257-266.
- TURSKIS, Z., ZAVADSKAS, E. K., ZAGORSKAS, J. (2006). “Sustainable City Compactness Evaluation on the Basis of GIS and Bayes Rule”, *International Journal of Strategic Property Management* 10(3): 185-207.
- UMBLE, E.J., HAFT, R.R., UMBLE, M.M., (2003). “Enterprise Resource Planning: Implementation Procedures and Critical Success Factors”, *European Journal of Operational Research*, 146: 241-257.
- WEI, C.C., CHIEN, C.H., WANG, M. J. (2005). “An AHP-Based Approach to ERP System Selection”, *International Journal of Production Economics*, 96: 47-62.
- YAZGAN, H. R., BORAN, S., GÖZTEPE, K. (2009). “An ERP Software Selection Process with using Artificial Neural Network Based on Analytic Network Process Approach”, *Expert Systems with Applications*, 36: 9214-9222.
- ZAVADSKAS, E. K., VAINIUNAS, P., TURSKIS, Z., & TAMOŠAITIENĖ, J. (2012). “Multiple Criteria Decision Support System for Assessment of Projects Managers in Construction”, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 11(2): 501-520.
- ZAVADSKAS, E. K., TURSKIS, Z. (2010). “A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria Decision-Making”, *Technological and Economic Development of Economy* 16(2): 159-172.
- ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z.; VILUTIENE, T. (2010). “Multiple Criteria Analysis of Foundation Instalment Alternatives by Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method”, *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 10(3): 123-141.
- ZIAEE, M., M. FATHIAN, SADIJADI, S. D. (2006). “A Modular Approach to ERP System Selection”, *Information Management & Computer Security*, 14(5): 485-495.