

ERP Yazılımı Seçiminde İki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımı¹

Selçuk PERÇİN

Doç. Dr., KTÜ, İİBF,
İşletme Bölümü,
selcukpercini@yahoo.com

A. Cansu GÖK

Arş. Gör., KTÜ, İİBF, İşletme Bölümü
cansu_gok@hotmail.com

ERP Yazılımı Seçiminde İki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımı

Özet

İşletmeler karar verme süreçlerinde birçok problemle karşı karşıya kalmakta ve bu konuda çeşitli tekniklerden yararlanmaktadır. Yazılım seçimi, son yıllarda işletmelerin bilgi teknolojileri kullanımına yönelmesiyle yöneticilerin sıkça karşılaştığı ve birçok faktörün bir arada değerlendirilmesini gerektiren çok kriterli karar verme problemidir. Bu çalışmada, işletme problemlerinde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Ağ Süreci (AAS) ve TOPSIS yaklaşımlarının bir arada kullanılmasına yönelik bir metodoloji sunulmuştur. Sunulan iki aşamalı yaklaşımın uygulanabilirliğinin gösterilmesi amacıyla örnek bir uygulamaya yer verilerek, işletmeler için ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) yazılımı seçimi üzerine bir karar problemi ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik Ağ Süreci, TOPSIS, Yazılım Seçimi

Two Phased ANP-TOPSIS Approach in ERP Software Selection

Abstract

Enterprises facing many problems in decision making process benefit from various techniques. Software selection is a multi-criteria decision making problem that managers frequently have due to the use of information technology. This problem requires the evaluation of several factors together. This study proposes a methodology that involves joint use of Analytic Network Process (ANP) and Topsis, two phase multi criteria decision making approach. The research shows the applicability of this method through a sample implementation for a decision problem of ERP (Enterprise Resource Selection) software selection.

Keywords: Foreign Direct Investments, Exports, Causality, Developing Countries.

¹ Bu çalışma 27-28 Eylül 2012 tarihlerinde Gediz Üniversitesi ev sahipliğinde İzmir'de düzenlenen "12. Üretim Araştırmaları Sempozyumu"nda sunulmuş olan bildirinin hakem önerileri ışığında revize edilmiş halidir.

1. Giriş

Günümüz işletmeleri, sürekli değişen çevre koşulları ve sınırların ortadan kalktığı yoğun rekabet ortamı nedeniyle, hızla gelişmekte olan bilgi teknolojileri kullanımını ön planda tutmaya başlamışlardır. Müşteri odaklı çalışabilmek, bilgi ve teknolojiye dayalı stratejiler geliştirebilmek, karmaşıklaşan iş süreçlerini düzenleyebilmek, kaynakları daha etkin ve verimli kullanabilmek için ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) yazılımlarını kullanmak işletmeler için bir gereklilik haline gelmiştir. İşletmeler artık teknolojiye dayalı bilgi sistemlerini kullanarak rakipleri karşısında farklılık yaratmayı, bu doğrultuda kalite ve müşteri memnuniyetini arttırabilmeyi amaçlamaktadırlar. ERP sistemlerinin kullanılması da firmalara zaman ve maliyet açısından yüksek faydalar sağlayarak, verimli ve etkin kaynak kullanımına imkan vermekte, aynı zamanda rekabet avantajı yakalamalarına katkıda bulunmaktadır.

ERP sistemleri, bir işletme içindeki tüm fonksiyonların ve iş süreçlerinin bir araya getirilerek etkin bir bilgi akışının oluşmasını sağlayan sistemlerdir. Firma içindeki finans, tedarik zinciri yönetimi, insan kaynakları planlaması, üretim planlaması ve kontrolü gibi fonksiyonların bütünleştirilmesiyle, işletmenin tüm süreçlerinde yer alan bilgilere kolaylıkla ulaşılmasını mümkün kılmaktadır. Bilgi teknolojilerini yakalamak isteyen yenilikçi organizasyonlar müşteri beklentilerini karşılayabilmek ve rekabet edebilmek için ERP programlarını bir üstünlük aracı olarak kullanmaktadırlar. ERP yazılımları; stok, hammadde ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi, tedarik süresi ve üretim zamanlarının azaltılması, verimliliğin ve müşteri memnuniyetinin arttırılması gibi konularda işletmelere sağladığı faydalar bakımından oldukça önem taşımaktadır. Organizasyonlar 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.

İşletmeler, ERP sistemlerine yatırım yaparken alternatifler arasından en yüksek faydayı elde edecekleri, en uygun yazılımı seçmek durumundadırlar. ERP yazılımı seçimi konusunda, birbirinden farklı çok sayıda kriterin dikkate alınacak şekilde karar verilmesine ihtiyaç duyulmakta ve bu durum firmalar için karmaşık bir süreç oluşturmaktadır. Uygun ERP yazılımının belirlenmesi, birçok faktörün bir arada değerlendirilmesini gerektiren kritik bir karar verme işlemi olması nedeniyle, yazılım seçimi konusu firma yöneticileri açısından çok kriterli bir karar problemi olarak ele alınabilmektedir. Bu çalışmada da, ERP yazılımı seçimi çok kriterli karar problemi olarak değerlendirilmiş olup, problemin çözümünde iki aşamalı bir karar verme yaklaşımı önerilmiştir.

Çalışmanın amacı, işletmelerin karar problemlerinin çözümünde kriterler arasındaki bağımlı ve bağımsız ilişkileri dikkate alan Analitik Ağ Süreci (AAS) ve alternatif-

lerin öncelik değerlerine göre sıralanmasını sağlayan TOPSIS yöntemlerinin bir arada kullanılmasına yönelik iki aşamalı bir yaklaşım sunmaktır. Sunulan iki aşamalı karar verme yaklaşımının uygulanabilirliğinin gösterilmesi amacıyla işletmelerde ERP yazılımı seçimi üzerine örnek bir probleme yer verilmiştir. Literatürde ERP yazılımı seçimi konusunda her iki yöntemi bir arada kullanan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda, ERP yazılımı seçiminde AAS ve TOPSIS yöntemlerinin bütünleşmiş bir biçimde kullanılmasıyla, yapılan çalışmanın literatürdeki bu açığı doldurması hedeflenmektedir. Çalışmanın giriş bölümünü takiben ikinci bölümünde ERP yazılımı seçimine ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımı için izlenen metodolojiye yer verilmiş olup, AAS ve TOPSIS yöntemleri kısaca açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımının ERP yazılımı seçimi problemine uygulanması aşamalarıyla anlatılmıştır. Çalışmanın son kısmında ise probleme ilişkin duyarlılık analizi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. ERP Yazılımı Seçimine İlişkin Literatür Taraması

ERP yazılımı seçimi konusunun literatürde geniş bir uygulama alanı bulduğu, çeşitli matematiksel, istatistiksel ve çok kriterli karar verme tekniklerinin bu amaçla kullanıldığı görülmektedir. Tablo 1’de ulusal ve uluslar arası literatür açısından ERP yazılımı seçiminde kullanılan değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yaklaşımının yazılım seçimi problemine sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan farklı değerlendirme yöntemleri arasında AAS tekniğinin de yer aldığı, ancak AAS ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışmanın bulunmadığı anlaşılmaktadır. Ulusal ve uluslararası literatürde, ERP yazılımı seçiminde başvurulan yöntemler arasında AAS-TOPSIS yaklaşımının bulunmaması nedeniyle yapılan çalışmanın bu konuda ilk olacağı düşünülmektedir.

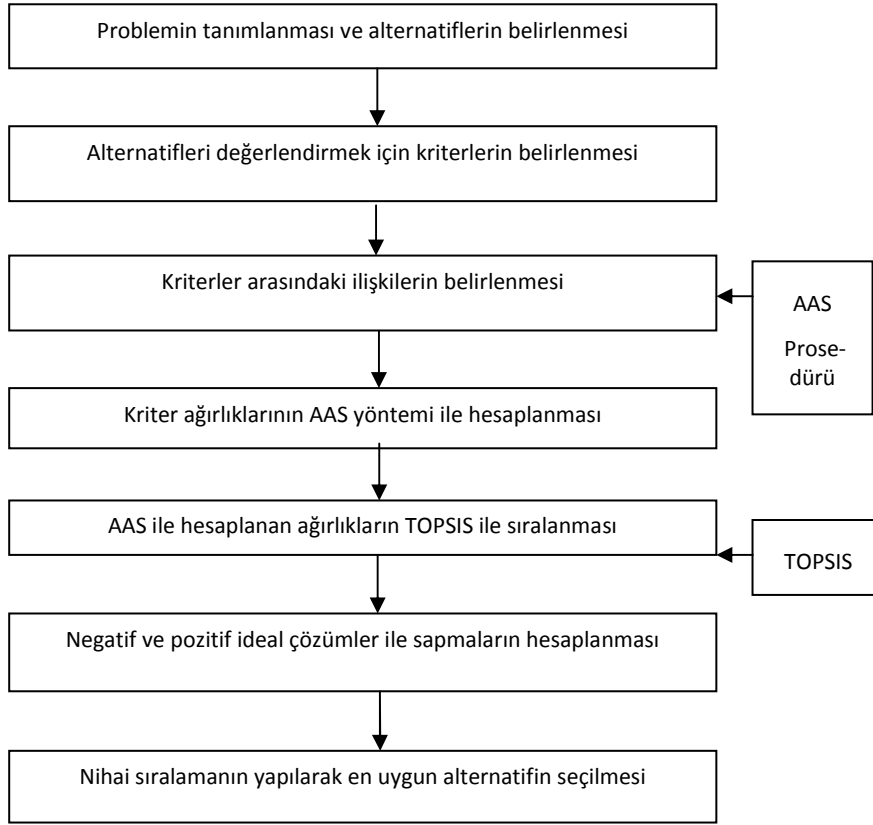
Tablo 1: ERP Yazılımı Seçimine İlişkin Literatür Tablosu

Ulusal Literatür	
<u>Yazarlar</u>	<u>Değerlendirme Yöntemleri</u>
Koçak (2003)	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)
Başlıgil (2005)	Bulanık AHS
Erol ve Başlıgil (2005)	AHS ve Yapay sinir Ağları (YSA)
Beşkese ve Tanyaş (2006)	AHS
Keçek ve Yıldırım (2010)	AHS
Taşkın Gümüş vd.(2010)	Bulanık AAS
Görener (2011)	AAS-VIKOR

Uluslararası Literatür	
<u>Yazarlar</u>	<u>Değerlendirme Yöntemleri</u>
Lai vd (2002)	AHS
Bernroider ve Stix (2003)	Veri Zarflama Analizi
Wei vd. (2005)	AHS
Ziaee vd. (2006)	Tam Sayılı Programlama
Ayağ ve Özdemir (2007)	Bulanık AAS
Karsak ve Özoğul (2007)	Kalite Fonksiyon Yayılımı tabanlı Bulanık Doğrusal Regresyon ve Hedef Programlama
Lien ve Chan (2007)	Bulanık AHS
Ghapanchi vd. (2008)	Bulanık Veri Zarflama Analizi
Perçin (2008)	AAS
Cebeci (2009)	Bulanık AHS
Şen vd. (2009)	Bulanık Çok Amaçlı Programlama
Yazgan vd. (2009)	AAS ve YSA

3. İki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımı için İzlenen Metodoloji

İşletmelerin ERP yazılımı seçimi problemlerine yönelik oluşturulan iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımı için izlenen metodoloji Şekil 1’de gösterilmektedir. Bu amaçla öncelikle firmaların ERP yazılımı seçimine etki eden kriterler ve bunlar arasındaki ilişkiler belirlenerek AAS yaklaşımı yardımıyla kriterler ağırlıklandırılmıştır. Sonraki aşamada ise TOPSIS yöntemi uygulanarak alternatifler önem derecelerine göre sıralanmıştır ve en uygun alternatifin seçilmesi sağlanmıştır.



Şekil 1: İki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımı

3.1. Analitik Ağ Süreci (AAS)

Analitik Ağ Süreci (AAS), Analitik Hiyerarşi Süreci'nin (AHS) genel bir formu olup, karar verme sürecini etkileyen kriterleri, kriterler arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerin yönlerini hiyerarşik bir ağ şeklindeki model ile ifade eden çok kriterli karar verme yaklaşımıdır (Saaty, 2006:2). AAS çok kriterli karar problemlerinin çözümünde, kriterler ve alternatifler arasındaki bağımlılık ve geri besleme gibi karmaşık ilişkileri tanımlama olanağı veren bir yöntemdir (Sarkis, 1998:167). AAS yaklaşımı; kriterler arasındaki ikili karşılaştırmaların yapılarak, problemin tüm bileşenleri için göreceli önem düzeylerinin (özvektör) belirlenmesini sağlamaktadır (Lee ve Kim, 2000:370).

AAS yönteminin adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir. (Saaty, 1999; Meade ve Sarkis, 1999; Cheng ve Li, 2005; Bayazit 2006, Lin ve Tsai, 2010).

Adım 1. Karar problemine ait modelin oluşturulması: AAS yaklaşımında problem tanımlandıktan sonra karar modeli bir ağ yapısı şeklinde tüm kriterler arasındaki

bağımlı ve bağımsız ilişkiler belirlenerek oluşturulur (Cheng ve Li, 2005:459; Lin ve Tsai, 2010:381).

Adım 2. İkili karşılaştırmaların yapılarak özvektörlerin hesaplanması: İkili karşılaştırmalar modelde yer alan ilişkilere dayanarak kriterlerin birbirleri ile ikili karşılaştırmalarını içermektedir (Meade ve Sarkis 1999:247). Karar vericiler bu karşılaştırmaları yaparken Tablo 2’de verilmiş olan temel karşılaştırma skalasını kullanmaktadır. Kriterlere ilişkin özvektörler, ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla hesaplanmaktadır.

Tablo 2: Temel Karşılaştırma Skalası

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Her iki faaliyet amaca eşit katkıda bulunur
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir.
5	Güçlü derecede önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok güçlü derecede önemli	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son derece önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Ara değerler	Bir değerlendirmeyi yapmakta uzlaşma gerektiğinde, sayısal değerlerin ortasındaki bir değer verilir.

Kaynak: (Saaty, 2006:3)

Adım 3. Süpermatris oluşturulması: Süpermatris formu, ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen özvektörlerin bir araya getirilip, büyük bir matris içerisinde gösterilmesi ile elde edilir (Saaty, 1999:4). Her bir kriter grubu içindeki alt kriter ağırlıkları $w_{11}, w_{12}, \dots, w_{ij}$ olarak kabul edilirse W süpermatrisi aşağıdaki gibi gösterilir.

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1j} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{ij} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 4. Süpermatrisin ağırlıklandırılması: Süpermatristeki sütun ağırlıkları önem düzeylerini gösterdiği için matris stokastik bir yapıdadır ve sütun toplamalarının 1’e eşit olması gerekmektedir (Saaty, 1999:4). Bu nedenle sütun toplamaları 1’e eşit olacak şekilde ağırlıklandırılarak ağırlıklandırılmış süpermatris elde edilmektedir.

Adım 5. Limit Süpermatris oluşturulması ve nihai önceliklerin belirlenmesi: Limit süpermatris kriterlerin birbirleri üzerindeki uzun dönemli etkilerinin ölçülmesi amacıyla, ağırlıklandırılmış süpermatrisin belli bir kuvvetinin alınması ile oluşturulur. Bunun için, ağırlıklandırılmış süpermatris, her satırı belli bir değerinde sabit ka-

lanı kadar kendisi ile çarpılır. Bu amaçla matrisin $(2k+1)$ 'inci kuvveti alınır, k rastgele seçilmiş büyük bir sayıdır. Elde edilen yeni matris ise limit süpermatris olarak isimlendirilir. Bu işlemin ardından matris sütunları normalize edilerek tüm matris elemanlarına ilişkin öncelikler elde edilmektedir (Lin ve Tsai, 2010:381).

3.2. TOPSIS

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yaklaşımı, Yoon ve Hwang'ın (1981) çalışmalarından yola çıkarak, Cheng ve Hwang (1992) tarafından geliştirilmiş olan bir karar verme yöntemidir (Opricovic ve Tzeng, 2004:448). TOPSIS'in ana prensibi seçilen alternatifin ideal çözüme en yakın mesafede, negatif-ideal çözüme ise en uzak mesafede olmasıdır. TOPSIS yönteminin adımları aşağıdaki gibidir: (Hwang ve Yoon, 1981; Opricovic ve Tzeng, 2004; Önüt ve Soner, 2007; Perçin, 2009; Lin ve Tsai, 2010)

Adım 1. Normalleştirilmiş karar matrisinin (R) hesaplanması: Karar matrisindeki i alternatifinin j kriterine göre normalleştirilmiş değeri r_{ij} aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^J f_{ij}^2}} \quad j=1,2,3,\dots,J; \quad i=1,2,3,\dots,n. \quad (2)$$

Adım 2. Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin hesaplanması: Ağırlıklı normalleştirilmiş değer v_{ij} aşağıdaki formül ile hesaplanır: (w_i değeri i . kriterin ağırlığını ifade etmekte ve $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 'dir.)

$$v_{ij} = w_i * r_{ij} \quad j=1,2,3,\dots,J; \quad i=1,2,3,\dots,n. \quad (3)$$

Adım 3. İdeal A^* ve negatif-ideal A^- çözümlerin belirlenmesi: İdeal ve negatif-ideal çözümler aşağıdaki gibi hesaplanır: (Formülde I' , fayda değerini; I'' ise maliyet değerini göstermektedir.)

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\} = \left\{ \left(\max_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left(\min_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (4)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left(\max_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (5)$$

Adım 4. Euclidean uzaklık yaklaşımı ile ayrılma ölçülerinin hesaplanması: Her alternatifin pozitif ideal çözüme uzaklığını belirten ayrılma ölçüsü aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (6)$$

Aynı şekilde, negatif-ideal çözümden ayrılma ölçüsü ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (7)$$

Adım 5. İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: a_i alternatifinin A^* 'a göre göreli yakınlığı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (8)$$

Adım 6. Öncelik sırasının belirlenmesi

4. İki Aşamalı AAS-TOPSIS Yaklaşımının ERP Yazılımı

Seçiminde Uygulanması

Çalışmada işletmeler için ERP yazılımı seçimi kararlarının değerlendirilmesi amacıyla iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımı ele alınmıştır. Sunulan yöntemle ilişkin izlenen adımlar aşağıdaki gibidir.

Adım 1. Problemin Tanımlanması ve Modelin Kurulması: En uygun ERP yazılımı seçimi kararını değerlendirmek için oluşturulan modelin amacı, ERP yazılımı seçimini etkileyen kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkilerin belirlenerek bunların hiyerarşik bir ağ yapısı aracılığıyla tanımlanmasıdır. Modelin oluşturulmasında ve kriterlerin belirlenmesinde ERP danışmanları ve akademisyenlerden oluşan uzman bir karar verme grubu rol oynamıştır. İlgili literatürden sağlanan bilgiler doğrultusunda, karar vericiler 4 ana kriter ve 19 alt kriterin değerlendirilmeye alınması konusunda uzlaşmışlardır (Teltumbde, 2000; Lai vd., 2002; Wei vd., 2005; Başlıgil, 2005; Ziaee vd., 2006; Karsak ve Özoğul, 2007; Lien ve Chan, 2007; Taşkın Gümüş vd., 2010; Jadhav ve Sonar, 2011; Görener, 2011).

Modelin ilk düzeyinde ERP yazılımı seçimi için belirlenen ana kriterler; "kullanım kolaylığı kriterleri", "tedarikçi firma kriterleri", "uygulama ve performans kriterle-

ri” ve “maliyet kriterleri” bulunmaktadır. İkinci düzeyde ana kriterlerin gerçekleşmesini etkileyen alt kriterler, üçüncü düzeyde ise ERP yazılımı alternatifleri yer almaktadır. Belirlenen modelde yer alan kriter ve alt kriterlere ilişkin açıklamalar aşağıdaki gibidir.

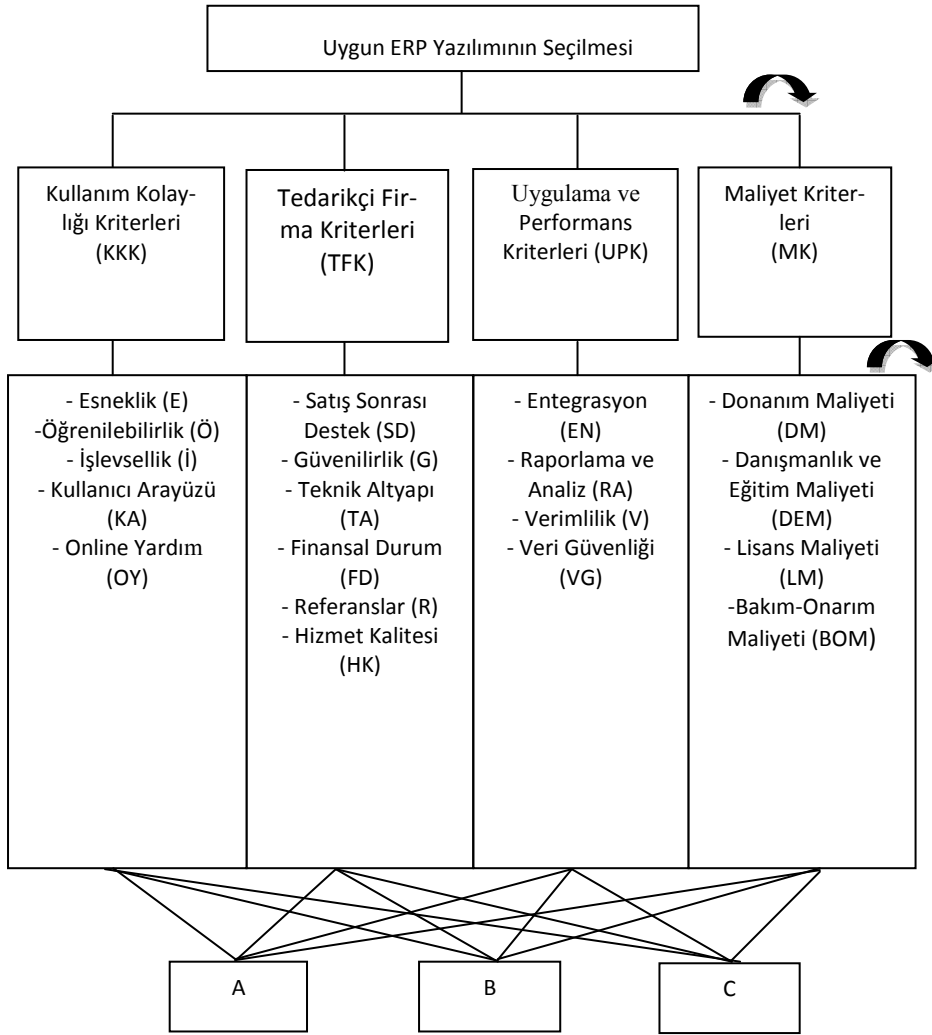
- *Kullanım Kolaylığı Kriterleri:* Yazılımın kullanıcılar açısından kolay ve anlaşılır olmasını sağlayan özellikleri ifade etmektedir. Esneklik, yazılımın kullanıcıların değişen isteklerine cevap verebilecek nitelikte düzenlemelere açık olmasıdır. Aynı zamanda değişik para birimleri, dil, mevzuat açısından işlem yapılabilir yapıda olmasıdır. Öğrenilebilirlik, yazılımın kullanımının anlaşılır olması ve kolay bir şekilde öğrenilmeye imkan tanınmasıdır. İşlevsellik, kullanılan yazılımın işletmenin iş süreçlerine ve ihtiyaçlarına uyum sağlayabilmesidir. Kullanıcı Arayüzü, yazılımın anlaşılır ve kolay kullanıma elverişli arayüzlerine sahip olmasıdır. Online Yardım, kullanıcıların ihtiyaç duyduğunda ulaşabilecekleri etkin bir yardım hizmetinin mevcut olmasıdır.

- *Tedarikçi Firma Kriterleri:* Yazılımın seçimi için, tedarikçi firmaların değerlendirilmesi açısından önemli olan kriterleri kapsamaktadır. Satış sonrası destek, ihtiyaç halinde satış sonrası destek hizmetinin ihtiyacı karşılayacak düzeyde sağlanmasıdır. Güvenilirlik, yazılım tedarikçisinin sistemdeki yetki ve kısıtlamalar açısından güvenilir olmasını ifade etmektedir. Teknik altyapı yazılım tedarikçisinin vereceği hizmet açısından yeterli teknik donanıma sahip olması, danışmanların tecrübeli olmasıdır. Finansal durum, tedarikçi firmanın finansal açıdan durumunu ifade etmektedir. Referanslar, firmanın daha önce sektörde hizmet verdiği referanslarının olmasıdır. Hizmet kalitesi, verilen hizmetin kalitesini ve müşteri beklentilerine cevap verebilecek nitelikte olmasını göstermektedir.

- *Uygulama ve Performans Kriterleri:* Yazılım sisteminin uygulanması ve performansı açısından değerlendirilecek özellikleri kapsamaktadır. Entegrasyon, yazılımı oluşturan modüllerin birbirleriyle entegrasyon içinde olması, veri akışının modüller arasında sağlanabilmesidir. Raporlama ve analiz, firmanın ihtiyaç duyacağı raporların ve analizlerin sistemden elde edilebilmesidir. Verimlilik, yazılım performansının optimum sonucu elde etmek açısından verimli ve etkin olmasıdır. Veri güvenliği, yazılımın verilerin yedeklenmesi ve kurtarılmasını sağlayacak, verilerin güncellenmesine izin verecek yapıda olmasıdır.

- *Maliyet Kriterleri:* Yazılımın satın alınması ve kullanılmasıyla ilişkili oluşacak maliyetleri ifade etmektedir. Bunlar; donanım maliyeti, danışmanlık ve eğitim maliyeti, lisans maliyeti, bakım-onarım maliyetidir.

Oluşturulan modelde bulunan dört ana kriter arasında ve alt kriterler arasında içsel bağlılık yani grup içi etkileşim bulunmaktadır. Söz konusu etkileşimler modelde döngü kullanılarak gösterilmiştir. ERP yazılımı seçimine ilişkin oluşturulan AAS modeli Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2: ERP Yazılımı Seçimi AAS Modeli

Adım 2. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi: Bu aşamada, kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak ikili karşılaştırma matrisleri elde edilmiş ve geometrik ortalama yöntemine göre kriterlere ait önem düzeyleri (özvektör) hesaplanmıştır. İkili karşılaştırmalar, daha önce bahsedilen uzman karar verme grubunun görüşleri doğrultusunda yapılmıştır. Her bir kriterin bir üst seviyede ilişkili olduğu kriter baz alınarak, diğer kriter üzerindeki önemi Tablo 2’de gösterilen değerler kullanılarak belirlenmiştir. Karar vericinin burada yanıtlaması gereken soru örneğin “Uygun ERP yazılımının seçilmesinde kullanım kolaylığı kriterlerinin (KKK), tedarikçi firma kriterlerine (TFK) göre göreceli

önem düzeyi nedir?” şeklindedir. Tablo 3’te ERP yazılımı seçimine ilişkin belirlenen ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi görülmektedir. Buna göre, Tablo 3’ün ikinci sütunundaki 2 değeri kullanım kolaylığı kriterlerinin tedarikçi firma kriterlerine göre 2 kat daha önemli olduğunu belirtmektedir. Aynı şekilde, bunun tersi de geçerlidir. Son sütunda yer alan özvektör değerleri ise ana kriterlerin göreceli önem düzeylerini göstermektedir. Hesaplamalar Super Decisions programı kullanılarak yapılmıştır. Buna göre, maliyet kriterleri 0.379 özvektör değeri ile uygun ERP yazılımının seçiminde en yüksek öneme sahip ana kriter olarak belirlenmiştir.

Tablo 3: Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

	KKK	TFK	UPK	MK	Özvektör
KKK	1	2	1.5	0.714	0.281
TFK	0.5	1	1.8	0.333	0.128
UPK	0.666	0.555	1	0.588	0.213
MK	1.4	3	1.7	1	0.379

Daha sonra, ERP yazılımı seçimini etkileyen ana kriterlere ait alt kriterlerin ikili karşılaştırması yapılmıştır. Buna göre, her ana kriter, kontrol kriteri olarak ele alınarak, alt kriterler birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Örneğin, “KKK içinde esnekliğin, öğrenilebilirliğe göre göreceli önem düzeyi nedir?” sorusu yanıtlanmıştır. Tablo 4’te KKK altında yer alan alt kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisi görülmektedir. Buna göre, esneklik kriteri 0.346 değeriyle KKK içinde en yüksek öneme sahip kriter olarak bulunmuştur. Sonraki aşama, ERP yazılımı alternatiflerinin alt kriterler üzerindeki göreceli önem düzeylerinin belirlenmesidir.

Tablo 4: Kullanım Kolaylığı Kriterlerine (KKK) Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

KKK	E	Ö	İ	KA	OY	Özvektör
E	1	1.3	2	2.3	5.3	0.346
Ö	0.769	1	1.5	1.8	4	0.264
İ	0.5	0.666	1	1.2	2.8	0.177
KA	0.435	0.555	0.833	1	2.3	0.148
OY	0.189	0.25	0.357	0.435	1	0.065

ERP yazılımı alternatiflerinin esneklik (E) kriterine göre karşılaştırılması Tablo 5’te sunulmuştur. Buna göre, A yazılımı B yazılımına göre esneklik kriteri açısından 3.3 kat daha fazla tercih edilmektedir ve A yazılımı, 0.538 değeriyle esneklik kriterine göre en yüksek önem düzeyindedir.

Tablo 5: ERP Yazılımı Alternatiflerinin Esneklik (E) Kriterine Göre Karşılaştırılması

E	A	B	C	Özvektör
A	1	3.3	1.8	0.538
B	0.3	1	0.555	0.164
C	0.555	1.8	1	0.297

Tablo 6’da ise grup içi bağımlılık ilişkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, yapılan karşılaştırma görülmektedir. Burada, esneklik kriteri açısından aynı grupta yer alan diğer kriterlerin birbirleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Buna göre, esneklik açısından en yüksek öneme sahip alt kriterin 0.355 değeriyle işlevsellik olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6: Kullanım Kolaylığı Kriterlerine Ait Alt Kriterlerin Esneklik (E) Kriterine Göre Karşılaştırılması

E	Ö	i	KA	OY	Özvektör
Ö	1	0.666	1.3	2.8	0.242
i	1.5	1	1.12	4	0.355
KA	0.769	0.893	1	3.6	0.316
OY	0.357	0.25	0.278	1	0.087

Adım 3. Limit süpermatrisin oluşturulması ve alternatiflerin göreceli önem düzeylerinin hesaplanması: Bu adımda, öncelikle tüm karşılaştırma matrislerinden elde edilen özvektörlerin yer aldığı başlangıç süpermatrisi oluşturulmuş ve Tablo 7’de gösterilmiştir. Daha sonra başlangıç süpermatrisi ağırlıklandırılmış ve limiti alınarak Tablo 8’de gösterilen limit süpermatris oluşturulmuştur. Belirlenen değerler Super Decisions programı kullanılarak hesaplanmıştır. Ardından; ana kriterlere ait özvektörler (Tablo 3) ve limit süpermatristen elde edilen alt kriter özvektörleri (Tablo 8) çarpımı ile alt kriterlere ait genel ağırlıklar hesaplanmış (Shyur ve Shih, 2006:759), alternatiflerin alt kriterlere göre göreceli önem düzeyleri belirlenmiş ve 9’da gösterilmiştir

Tablo 7: Başlangıç Süpermatrisi

	E	Ö	İ	KA	OY	SD	G	TA	FD	R	HK	EN	BA	V	VG	DM	DEM	LM	BOM
E	0	0.182	0.469	0.198	0.066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ö	0.240	0	0.244	0.480	0.522	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İ	0.355	0.157	0	0.227	0.166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KA	0.316	0.465	0.191	0	0.226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OY	0.088	0.239	0.091	0.095	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SD	0	0	0	0	0	0.172	0.371	0.164	0.156	0.437	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0.087	0	0.083	0.275	0.331	0.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TA	0	0	0	0	0.053	0.055	0	0.348	0.120	0.291	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FD	0	0	0	0	0.158	0.273	0.352	0	0.192	0.099	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0.046	0.232	0.048	0.370	0	0.075	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HK	0	0	0	0	0.356	0.268	0.146	0.177	0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.097	0.196	0.287	0	0	0	0	0
BA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.308	0	0.657	0.414	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.596	0.570	0.299	0	0	0	0	0
VG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.096	0.333	0.147	0	0	0	0	0
DM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.327	0.297	0.550	0
DEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.218	0	0.540	0.210
LM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.151	0.260	0	0.240
BOM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.631	0.413	0.163	0

Tablo 8: Limit Süpermatrisi

	E	Ö	İ	KA	OY	SD	Ç	TA	FD	R	HK	EH	RA	V	VG	DM	DEM	UM	BOM
E	0.182	0.182	0.182	0.182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ö	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İ	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KA	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OY	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SD	0	0	0	0	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ç	0	0	0	0	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TA	0	0	0	0	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FD	0	0	0	0	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0.177	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HK	0	0	0	0	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.149	0.149	0.149	0.149	0	0	0	0	0	0
RA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.339	0.339	0.339	0.339	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.335	0.335	0.335	0.335	0	0	0	0	0	0
VG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.177	0.177	0.177	0.177	0	0	0	0	0	0
DM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294	0.294
DEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223
UM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176
BOM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306

Tablo 9: Kriterler, Alt Kriterler ve Alternatiflere İlişkin Ağırlıklar

Kriterler	KKK						TFK					
Kriter ağırlıkları(w_i)	0.281						0.128					
Alt kriterler	E	Ö	İ	KA	OY	SD	G	TA	FD	R	HK	
Alt kriter ağırlıkları	0.182	0.270	0.183	0.245	0.120	0.223	0.127	0.211	0.177	0.071	0.190	
Genel ağırlıklar	0.051	0.076	0.051	0.069	0.034	0.029	0.016	0.027	0.023	0.009	0.024	
Alternatifler												
A	0.538	0.163	0.247	0.325	0.564	0.299	0.299	0.244	0.393	0.550	0.326	
B	0.164	0.540	0.243	0.471	0.275	0.287	0.287	0.146	0.224	0.240	0.135	
C	0.297	0.297	0.510	0.204	0.161	0.414	0.414	0.611	0.383	0.210	0.539	
Kriterler	UPK				MK							
Kriter ağırlıkları(w_i)	0.213				0.379							
Alt kriterler	EN	RA	V	VG	DM	DEM	LM	BOM				
Alt kriter ağırlıkları	0.149	0.339	0.335	0.177	0.294	0.223	0.176	0.306				
Genel ağırlıklar	0.032	0.072	0.071	0.038	0.111	0.085	0.066	0.116				
Alternatifler												
A	0.260	0.289	0.249	0.297	0.311	0.196	0.297	0.400				
B	0.214	0.379	0.157	0.540	0.393	0.493	0.163	0.200				
C	0.527	0.331	0.594	0.163	0.296	0.311	0.540	0.400				

Adım 4. TOPSIS yöntemi yardımıyla ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması: Bu aşamada, bir önceki adımdan elde edilen alternatiflere ilişkin ağırlıklar (özvektörler) ile Tablo 10'daki karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisine, TOPSIS adımları uygulanarak (2) ve (3) nolu eşitlikler yardımıyla Tablo 11'de gösterilen normalize karar matrisi ve Tablo 12'de gösterilen ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir. Ağırlıklı normalize karar matrisinin hesaplanmasında AAS aşamasından elde edilen genel ağırlıklar kullanılmıştır (Lin ve Tsai, 2010:384).

Tablo 10: Karar Matrisi

Kriterler	E	Ö	İ	KA	OY	SD	G	TA	FD	R
Alternatifler										
A	0.538	0.163	0.247	0.325	0.564	0.299	0.299	0.244	0.393	0.550
B	0.164	0.540	0.243	0.471	0.275	0.287	0.287	0.146	0.224	0.240
C	0.297	0.297	0.510	0.204	0.161	0.414	0.414	0.611	0.383	0.210
Kriterler	HK	EN	RA	V	VG	DM	DEM	LM	BOM	
Alternatifler										
A	0.326	0.260	0.289	0.249	0.297	0.311	0.196	0.297	0.400	
B	0.135	0.214	0.379	0.157	0.540	0.393	0.493	0.163	0.200	
C	0.539	0.527	0.331	0.594	0.163	0.296	0.311	0.540	0.400	

Tablo 11: Normalize Karar Matrisi

Kriterler	E	Ö	İ	KA	OY	SD	G	TA	FD	R
Alternatifler										
A	0.846	0.256	0.401	0.535	0.871	0.510	0.510	0.362	0.663	0.865
B	0.258	0.847	0.394	0.775	0.425	0.490	0.490	0.217	0.378	0.377
C	0.467	0.466	0.827	0.336	0.249	0.707	0.707	0.907	0.646	0.330
Kriterler	HK	EN	RA	V	VG	DM	DEM	LM	BOM	
Alternatifler										
A	0.506	0.416	0.498	0.376	0.466	0.534	0.319	0.466	0.667	
B	0.210	0.342	0.653	0.237	0.847	0.675	0.802	0.256	0.333	
C	0.837	0.843	0.570	0.896	0.256	0.509	0.506	0.847	0.667	

Adım 5. Pozitif-ideal ve negatif-ideal çözümlerin belirlenerek ayrılma ölçütlerinin hesaplanması: Pozitif ideal çözüm A^* ve negatif-ideal çözüm A^- ; sırasıyla (4) ve (5) nolu eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır. Sonrasında, alternatiflerin ideal çözüme olan uzaklıklarını belirten ayrılma ölçütleri (6) ve (7) nolu eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir. Bu aşamada, maliyet kriterleri minimize edilmesi gereken, diğer kriterler ise maksimize edilmesi gereken kriterler olarak ele alınmıştır. Tablo 13 ve Tablo 14'te hesaplanan değerler görülmektedir.

Tablo 12: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Kriterler	E	Ö	İ	KA	OY	SD	G	TA	FD	R
Alternatifler										
A	0.043	0.019	0.020	0.037	0.030	0.015	0.008	0.010	0.015	0.008
B	0.013	0.064	0.020	0.053	0.014	0.014	0.008	0.006	0.009	0.003
C	0.024	0.035	0.042	0.023	0.008	0.020	0.011	0.024	0.015	0.003
Kriterler	HK	EN	RA	V	VG	DM	DEM	LM	BOM	
Alternatifler										
A	0.012	0.013	0.036	0.027	0.018	0.059	0.027	0.031	0.077	
B	0.005	0.011	0.047	0.017	0.032	0.075	0.068	0.017	0.039	
C	0.020	0.027	0.041	0.064	0.010	0.056	0.043	0.056	0.077	

Tablo 13: Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Tablosu

Kriterler	E	Ö	İ	KA	OY	SD	G	TA	FD	R
A^*	0.043	0.064	0.042	0.053	0.030	0.020	0.011	0.024	0.015	0.008
A^-	0.013	0.019	0.020	0.023	0.008	0.014	0.008	0.006	0.009	0.003
Kriterler	HK	EN	RA	V	VG	DM	DEM	LM	BOM	
A^*	0.020	0.027	0.047	0.064	0.032	0.056	0.027	0.017	0.039	
A^-	0.005	0.011	0.036	0.017	0.010	0.075	0.068	0.056	0.077	

Adım 6. İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanarak alternatifler için nihai öncelik sırasının belirlenmesi: Yöntemin son adımında, ideal çözüme olan göreli yakınlık (8) nolu eşitlik kullanılarak hesaplanmış ve alternatiflere ait öncelik değerleri bulunmuştur. AAS-TOPSIS yöntemi ile oluşturulan nihai sıralama Tablo 15'te sunulmuştur. Buna göre, c_i değerleri sıralandığında en uygun seçimin 0.497 değeri ile B yazılımı olduğu görülmektedir. w_i değerleri, c_i değerlerinin toplamı içindeki oranını göstermektedir.

Tablo 14: Ayrılma Ölçütleri

Alternatifler	Ayrılma Ölçütleri	
	D^*	D^-
A	0.082	0.066
B	0.082	0.081
C	0.080	0.070

Tablo 15: AAS-TOPSIS Uygulaması İçin Nihai Sıralama

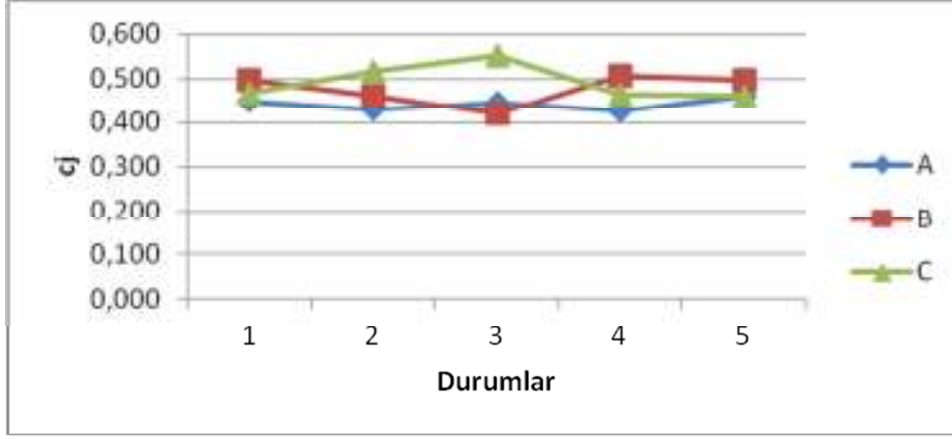
	Alternatifler		
	A	B	C
c_j	0.448	0.497	0.468
w_1	0.317	0.352	0.331
Sıralama	3	1	2

5. Duyarlılık Analizi

Çalışmada, ERP yazılımı seçimi kriterlerinin farklı ağırlıklar aldıklarında meydana gelebilecek değişiklikleri göstermek için duyarlılık analizi yapılmıştır. Bu amaçla, her kriterin ağırlığı bir değeriyle değiştirilerek 5 adet kombinasyon oluşturulmuş ve her durum için c_j değerleri yeniden hesaplanmıştır. Duyarlılık analizine ait sonuçlar Tablo 16'da, bu sonuçlara ait grafiksel gösterim ise Şekil 3'te sunulmaktadır.

Tablo 16: Duyarlılık Analizi Sonuçları

Durumlar	Kriter ağırlıkları					A	B	C
	w_1	w_2	w_3	w_4				
1	0.281	0.128	0.213	0.379	w_1	0.317	0.352	0.331
					c_j	0.448	0.497	0.468
					sıra	3	1	2
2	0.128	0.281	0.213	0.379	w_2	0.314	0.296	0.390
					c_j	0.445	0.420	0.553
					sıra	2	3	1
3	0.213	0.128	0.281	0.379	w_3	0.305	0.329	0.367
					c_j	0.428	0.462	0.515
					sıra	2	3	1
4	0.379	0.128	0.213	0.128	w_4	0.305	0.363	0.332
					c_j	0.426	0.508	0.464
					sıra	3	1	2
5	0.281	0.213	0.128	0.379	w_5	0.325	0.349	0.326
					c_j	0.462	0.496	0.463
					sıra	3	1	2



Şekil 3: Duyarlılık Analizi

Tablo 16'daki 1. durum iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımına ait sonuçları temsil etmektedir ve B alternatifi 0,497 ile en yüksek c_j değerine sahiptir. 2. durumda, birinci ve ikinci kriter ağırlıkları yer değiştirdiğinde ise en yüksek c_j değerine 0,553 ile C alternatifinin sahip olduğu görülmektedir. Aynı şekilde diğer kriter ağırlıkları da yer değiştirdiğinde, 3. durumda yine C alternatifinin, 4. ve 5. durumda ise B alternatifinin en yüksek c_j değerini aldığı anlaşılmaktadır. Bu durumda, değişime en çok duyarlılık gösteren alternatiflerin B ve C olduğu ortaya çıkmaktadır. Bir başka deyişle, 1., 4. ve 5. durumlar ile karşılaştırıldığında B alternatifinin; 2. ve 3. durumlar ile karşılaştırıldığında ise C alternatifinin seçilmesi gerekmektedir.

6.Sonuç ve Öneriler

İşletmeler için ERP yazılımı seçimi çok sayıda faktörün dikkate alınmasını gerektiren stratejik bir karardır. Literatürde, bunun için pek çok matematiksel ve istatistiksel yöntemler ya da çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, firmaların ERP yazılımı seçimi problemlerinde kullanabilecekleri iki aşamalı bütünlümlü AAS-TOPSIS yaklaşımı sunulmuştur.

Yapılan çalışmanın, ERP yazılımı seçimi konusunda AAS-TOPSIS yaklaşımının bir arada kullanılması bakımından literatüre katkıda bulunacağı düşünülmektedir. İlgili literatürde, AAS, AHS, YSA, VIKOR gibi çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanıldığı görülmekte, ancak AAS-TOPSIS yöntemlerinin bütünlümlü bir şekilde kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Dolayısıyla çalışma, literatürdeki söz konusu açığı kapatabilecektir. Ayrıca, literatürde ERP yazılımı seçiminde iki veya daha fazla sayısal yöntemi birleştiren az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, bütünlümlü AAS-TOPSIS yaklaşımı bu konuda etkin bir karar verme aracı olarak kullanılabilir.

Önerilen yöntem, birçok alternatif, kriter ve karar vericiyi dikkate alabildiğinden diğer yöntemlere kıyasla daha gerçekçi sonuçlar sunabilen bir tekniktir. Firmaların, ERP yazılımı seçimi kararlarını etkileyen faktörleri dikkate alarak problemi analiz edebilmelerini ve alternatifler arasından kendileri için en uygun olanını seçmelerini sağlayabilmektedir. Diğer yandan, yöntemin kullanımının kolay ve esnek olması gerçek yaşam problemlerine uyarlanabilmesini mümkün kılmaktadır. Önerilen yaklaşım yöneticilere, yazılım seçim kararlarını verme aşamasında yararlanabilecekleri bir bakış açısı sunarak, firmalara özgü birtakım değişikliklerle, tüm yazılım seçimi problemlerinde uygulanabilecektir. Aynı zamanda, ileride yapılacak çalışmalarda farklı karar verme tekniklerinin de bütünleştirilerek probleme uyarlanması ile araştırmacılar farklı çözüm önerileri elde edebilecektir. Çalışmanın, belirsiz ve kesin olmayan bilgiler ışığında yapılmasının gerektiği durumlarda ise uygulayıcılar bulanık mantıktan faydalanabileceklerdir.

Sunulan iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımının firmaların yapısına uygun olarak sistematik bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Önerilen yöntemin uygulanışının elverişli olmasının yanında bazı kısıtları da bulunmaktadır. Yöntemin hem nitel hem nicel faktörleri bir arada değerlendirebilmesi nedeniyle, oluşturulan modelin etkinliği karar vericilerden net ve doğru bilgiler elde edilebilmesine bağlıdır. Bu nedenle, karar vericiler, kriterler ve kriterlerin ağırlıklarının objektif bir biçimde belirlenmesi gerekir. Ayrıca belirlenen kriterler ve bunların ağırlıkları firmaların vereceği kararı yansıtabilmeli ve tutarlı olmalıdır. Diğer yandan, karar vericiler ERP yazılımı seçimi konusunda daha fazla kriter ve alternatifi bir arada değerlendirmek isteyebilirler. Bu durumda problemin çözümü daha fazla işlem ve çaba gerektirecektir. Yapılan çalışma, araştırmacı ve uygulayıcılara işletmelerin stratejik karar süreçlerinde kullanabilecekleri yol gösterici bir yaklaşım sunmaktadır. Aynı zamanda sunulan iki aşamalı AAS-TOPSIS yaklaşımı, ERP yazılımı seçimi gibi karmaşık karar problemlerinde yöneticilerin başvurulabilecekleri bir kaynak olarak kullanılabilir.

Kaynaklar

- Ayağ, Z. ve R.G. Özdemir (2007), "An Intelligent Approach to ERP software Selection Through Fuzzy ANP", *International Journal of Production Research*, 45(10), 2169-2194
- Başlıgil, H. (2005), "Bulanık AHP ile Yazılım Seçimi", *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 3*, 24-33
- Bayazıt, Ö. (2006), "Use of Analytical Network Process in vendor Selection Decisions", *Benchmarking: An International Journal*, 13(5), 566-579
- Bernroider, E.W.N. ve V. Stix (2003), "The Evaluation of ERP Systems Using Data Envelopment Analysis", *The Proceedings of IRMA*, Information Resources Management Association International Conference, USA
- Beşkese, M.B. ve M. Tanyaş (2006). "Bilişim Teknolojisi Yatırımlarının Değerlendirilmesine Yönelik Uygun Yöntemin Seçilmesi Modeli- ERP Yazılımı Seçimi Uygulaması", *İTÜ Dergisi*, 5(1), 217-227
- Cebeci, U. (2009), "Fuzzy AHP-based Decision Support System for Selecting ERP Systems in Textile Industry by Using Balanced Scorecard", *Expert Systems with Applications* 36, 8900–8909
- Cheng, E. W. L. ve H. Li (2005), "Analytic Network Process Applied to Project Selection", *Journal and Construction Engineering and Management*, 131(4), 459-466
- Erol, V. ve H. Başlıgil, (2005), "İşletmelerde Yönetim Bilişim Yazılımı Seçimi İçin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Yapay Sinir Ağları Modeli", *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 4*, 107-120
- Ghapanchi, A.H., M.H. Jafarzadeh ve 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), "Bütünleşik ANP-VIKOR Yaklaşımı ile ERP Yazılımı Seçimi", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 97-110
- Hwang, C.L. ve K. Yoon (1981), "Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications", *Springer*, New York
- Jadhav, A. S. ve R. M. Sonar (2011), "Framework For Evaluation and Selection of the Software Packages: A Hybrid Knowledge Based System Approach", *The Journal of Systems and Software* 84, 1394-1407
- Karsak, E. E. ve C. O. Özoğul (2009), "An Integrated Decision Making Approach for ERP System Selection", *Expert Systems with Applications* 36, 660-667

- Keçek, G. ve E. Yıldırım (2010), "Kurumsal Kaynak Planlama(ERP) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe bir Uygulama", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 193-211
- Koçak, A. (2003), "Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı ve Bir Uygulama", *Ege Akademik Bakış*, 3(1), 67-77
- Lai, V. S., B. K. Wong ve W. Cheung (2002), "Group Decision Making in a Multiple Criteria Environment: A Case Using the ANP in Software Selection", *European Journal of Operational Research* 137, 134-144
- Lee, J. W. ve S. H. Kim (2000), "Using Analytic Network Process and Goal Programming For Interdependent Information System Project Selection", *Computers & Operations Research* ,Vol. 27, 367-382
- Lien, C., ve H. Chan (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
- Lin, C. T. ve M. C. Tsai (2010), "Location Choice for Direct Foreign Investment in New Hospitals in China by Using ANP and TOPSIS", *Qualitative Quantitative* 44, 375-390
- Meade, L. ve J. Sarkis (1999), "Analyzing Organizational Project Alternatives for Agile Manufacturing Processes: an Analytical Network Approach", *International Journal of Production Research*, 37(2), 241-261
- Opricovic, S. ve G. H. Tzeng (2004), "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research* 156, 445-455
- Önüt, S. ve S. Soner (2007), "Transshipment Site Selection Using the AHP and TOPSIS Approaches Under Fuzzy Environment", *Waste Management* 28, 1552-1559
- Perçin, S. (2008), "Using the ANP Approach in Selecting and Benchmarking ERP Systems", *Benchmarking: An International Journal*, 15(5), 630-649
- Perçin, S. (2009), "Evaluation of Third-Party Logistics (3PL) Providers by Using a Two Phase AHP and TOPSIS Methodology", *Banchmarking: An International Journal*, 16(5), 588-604
- Saaty, T. L. (1999), "Fundamentals of the Analytic Network Process", *ISAHP 1999*, Kobe, Japan, 1-14

- Saaty, T. L. (2006), "Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks", *Springer*, USA
- Sarkis, J. (1998), "Evaluating Environmentally Conscious Business Practices", *European Journal Of Operational Research* 107, 159-174
- Shyur, H. S. ve H. S. Shih (2006), " A Hybrid MCDM Model for Strategic Vendor Selection", *Mathematical and Computer Modelling* 44, 749-761
- Şen, C. G., H. Baraçlı, S. Şen, ve H. Başlıgil (2009), "An Integrated Decision Support System Dealing with Qualitative and Quantitative Objectives for Enterprise Software Selection", *Expert Systems with Applications* 36, 5272-5283
- Taşkın Gümüş, A., A. Çetin ve E. Kaplan (2010), "Kurumsal Bilgi Sistemi Seçiminde Bulanık Analitik Ağ Süreci Tabanlı Bir Yaklaşım", *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma* 28, 74-85
- Teltumbde, A. (2000), "A Framework For Evaluating ERP Projects", *International Journal of Production Research*, 38(17), 4507-4520
- Wei, C. C., C. F. Chien ve M. J. J. Wang (2005), "An AHP-based Approach to ERP System Selection", *International Journal of Production Economics* 96, 47-62
- Yazgan, H. R., S. Baran ve K. Göztepe (2009), "An ERP Software Selection Process with Using Artificial .Neural Network Based on Analytic Network Process Approach", *Expert Systems with Applications* 36, 9214–9222
- Ziaee, M., M. Fathian, ve S. D. Sadjadi (2006), "A Modular Approach to ERP System Selection", *Information Management&Computer Security*, 14(5), 485-495