

BÜTÜNLEŞİK ANP-VIKOR YAKLAŞIMI İLE ERP YAZILIMI SEÇİMİ

Ali GÖRENER

Beykent Üniversitesi
Büyükcemece, İstanbul
aligorener@beykent.edu.tr

Geliş Tarihi: 01 Mayıs 2010, **Kabul Tarihi:** 26 Ocak 2011

ÖZET

Firmalar; çeşitli birimlerindeki bilgi akışını bütünsel bir şekilde koordine etmek, mamül ve / veya hizmet üretimi için gereken iş gücü, makine, malzeme, hammadde gibi kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla, kurumsal kaynak planlama (ERP) yazılımlarını kullanmaktadırlar. İşletmelerdeki süreçlerin ortak bir platformda bir araya getirildiği ERP yazılımları, firma ölçeğine ve faaliyet sektörlerine göre değişmekle birlikte oldukça maliyetli, kurulumu ve istenen şekilde çalışması belirli süreler alan uygulamalardır. Bu yazılımların seçimi, işletmeler için önemli kararlardan biridir.

Bu çalışmada, birden çok nitel ve nicel kriter göz önünde bulundurularak en uygun ERP yazılımının seçilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın yöntemi, analitik ağ süreci (ANP) modeliyle elde edilen kriter ağırlıklarının, VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje-Çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm) metodu ile analizine dayanmaktadır. ANP, sayısallaştırılabilen ve sayılaştırılması zor olan kriterler arasındaki içsel-dışsal bağımlılıkların ve geri bildirimlerin analiz edilebildiği etkili bir karar verme tekniğidir. VIKOR metodu ise alternatiflerin çok kriterli değerlendirilmesi sürecinde uzlaşık sıralama prensibini esas alan sıralama ve karar verme metodudur. Bütünsel ANP-VIKOR yöntemi kullanılarak dört farklı ERP yazılımı alternatifleri değerlendirilmiş ve en iyi seçenek belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal kaynak planlama, Analitik ağ süreci (ANP), Çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm (VIKOR).

ERP SOFTWARE SELECTION USING A COMBINED ANP AND VIKOR APPROACH

ABSTRACT

Enterprise Resource Planning (ERP) software coordinates the information flow between the different departments of a company, enabling the efficient use of resources such as labor, machinery, supplies, and raw materials that used in the production of the goods and / or services. ERP software brings together business processes of organizations in a common platform. It is very costly and it needs certain periods of installation time and work in the desired fields that all depends on the scale and the activity sector of the companies. This selection of software for business is one of the important decisions.

This study aims to select the most convenient ERP software considering more than one qualitative and quantitative criteria. The methodology is based on the VIKOR method under criteria' weights given by ANP model. The analytic network process (ANP) is an effective decision making technique that takes into account both tangible and intangible criteria with interdependencies, outerdependencies and feedbacks among them. VIKOR is a multi-criteria decision making and ranking method that uses the compromise ranking principle to evaluate the alternatives. By using combined ANP- VIKOR methodology, four alternative ERP software solutions are evaluated and the best alternative is selected.

Keywords: Enterprise Resource Planning, Analytic network process (ANP), Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR).

1. GİRİŞ

Günümüzde, kurumsal kaynak planlama(ERP) sistemleri şirketler için rekabet avantajı sağlayacak bir unsur olmaktan çıkarak, bir gereklilik halini almıştır. ERP uygulamalarının işletmelerin verimliliğini artırması noktasında en önemli unsur, kurumun işleyişine uygun bir yazılım çözümünün seçilmesidir. Sadece birkaç işletme fonksiyonuna veya birkaç iş sürecine yararlı olabilir şeklinde bir anlayışla bu yazılımlara sahip olmak, istenen faydayı sağlamayacaktır. Bu sebepten dolayı işletmeler, ERP uygulamalarını sadece bir bilgi işlem veya bir teknoloji unsuru olarak değil, iş süreçlerinin teknoloji yardımıyla entegrasyonu şeklinde görmeli ve bu yönde hareket etmelidir.

ERP projeleri, yüksek maliyetli yatırımlar olmalarından dolayı işletmenin ihtiyaçlarına cevap verebilecek yazılımın seçimi çok önemlidir. Genel olarak işletmeler, ihtiyaç duydukları yazılımların satın alma maliyetleri ile ilgilenmekte, diğer unsurları çok fazla dikkate almamaktadırlar [1]. ERP projeleri yapılandırılırken, öncelikle işletmenin amaçları ve geleceğe yönelik hedefleri net biçimde ortaya konulmalıdır. Ardından işletmenin çalışma sistematiği çözümlenmeli ve süreçlerin işleyişi belirlenmelidir. Ulaşılmak istenen hedefler çerçevesinde mevcut durum değerlendirilmelidir. ERP sisteminin kurumsal yapıya entegre edilmesi de önemli bir süreçtir. Firmalar, hedeflerini ve mevcut durumlarını dikkate alarak uygun çözümleri tespit etmelidir.

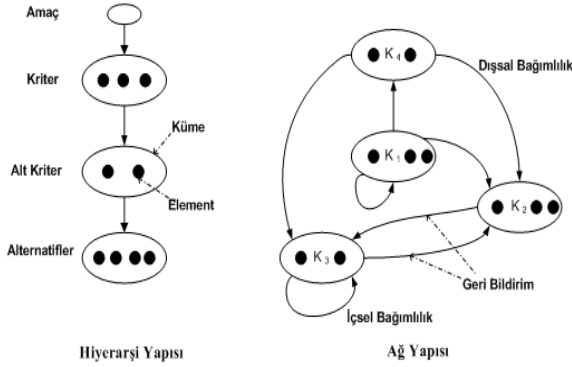
ERP projelerinde başarılı olan kurumların en önemli özelliği, kendi yapılarına ve teknolojik sistemlerine uygun çözümleri seçerek hayata geçirmeleridir. Yazılım seçiminde yapılacak hatalar, sadece zaman ve maliyet kaybına neden olmakla kalmayacak, sistem kurulduktan sonra etkin ve verimli kullanım konusunda da sıkıntılar ortaya çıkacaktır [2]. İmalat sektöründeki orta ölçekli bir firma için gerçekleştirilen bu çalışmada, ERP yazılımı seçim sürecindeki önemli kriterlerin belirlenmesi ve sonrasında bu kriterler ışığında en uygun yazılım alternatifinin seçimine yönelik bir metod geliştirilmiştir. Piyasada bulunan farklı ERP yazılımlarından dört tanesi, belirlenen kriterler ışığında değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılması ve önemli kriterlerin belirlenmesi sürecinde; kriter fazlalığının oluşturduğu karmaşık yapı, geri bildirimler ve kriterlerarası karşılıklı etkileşimler nedeniyle, etkili ve gerçekçi çözüm yöntemi olan analitik ağ süreci (ANP) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen kriter ağırlıkları VIKOR yöntemiyle analiz edilmiştir. VIKOR yönteminin seçim nedenleri ise; uygulamacılar açısından yeni bir yöntem olması, sade ve kolay anlaşılır karşılaştırma yapısı ile alternatifler arasından uzlaşık bir sıralama elde edilebilmesidir. Literatüre bakıldığında ERP yazılımı seçimi için ANP ve VIKOR yöntemlerinin bir arada uygulandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bernroider ve Stix [3], dört değerlendirme kriteri kullanarak beş farklı ERP yazılımı alternatifi değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar değerlendirme tekniği olarak veri zarflama analizini kullanmışlardır. Çörekçioğlu ve Güngör [4], yapmış oldukları çalışmada otuz kriter kullanarak AHP tekniğinden faydalanmış ve ERP yazılımı seçimi yapmışlardır. Wei ve Wang [5] ise çalışmalarında bulanık kümeler destekli bir seçim modeli kullanmışlardır. Başlıgil[6], yapmış olduğu çalışmada 11 adet değerlendirme kriteri kullanarak üç farklı yazılım alternatifini incelemiştir. Yazar çalışmada bulanık AHP metodunu kullanmıştır. Alanbay [7], AHP yöntemini kullanarak yapmış olduğu çalışmada 15 kriter kullanarak iki farklı ERP yazılımı alternatifini değerlendirmiştir. Wei vd. [8], 24 değerlendirme kriteri kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında AHP yöntemi ile analiz gerçekleştirmişlerdir. Beşkese ve Tanyaş [9] yapmış oldukları çalışmalarında ERP yazılımı seçimi için, 12 kriter kullanarak AHP destekli bir model geliştirmişlerdir. Lall ve Teyarachakul [10] yapmış oldukları çalışmada yazılım seçimi için veri zarflama analizi tabanlı bir yöntem kullanmışlardır. İnce [11], altı değerlendirme kriteri ile yapmış olduğu çalışmada bulanık VIKOR tekniğini kullanmıştır. Lien ve Chan [12] çalışmalarında imalat ve eğitim sektöründen iki farklı kurumu ele almışlar ve bu kurumlar için 32 yazılım seçim kriterini dikkate alarak ERP yazılımı seçimi yapmışlardır. Yöntem olarak bulanık AHP tekniğini kullanmışlardır. Ayağ ve Özdemir [13] yapmış oldukları çalışmada, bulanık ANP yöntemini kullanmışlardır. Gör ve Güneri [1] çalışmalarında, 11 kriter kullanarak beş farklı ERP yazılımı alternatifini değerlendirmişlerdir. Ghapanchi vd. [14] yapmış oldukları çalışmada ERP seçimi için veri zarflama analizi tekniğini kullanmışlardır. Karsak ve Ozogul [15] çalışmalarında, yazılım seçimi için kalite fonksiyon yayılımı destekli regresyon ve hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Cebeci [16] ise çalışmada, tekstil sektörü için ERP yazılımı seçimi yapmıştır. Dört ana kriter kapsamında 22 adet kriter kullanmış ve analizi bulanık AHP tekniği ile gerçekleştirilmiştir.

2. ANALİTİK AĞ SÜRECİ

Rekabetin yoğun olduğu iş dünyasında, işletmelerin doğru kararlar alarak, doğru yatırımlar yapması son derece önemlidir. Bu karar alma süreçlerinde; ölçülebilen ve ölçülemeyen unsurların değerlendirilebilmesi, bu unsurlar arasındaki etkileşimlerin ve bağımlılıkların dikkate alınması gereklidir. İşletmelerde ortaya çıkan karar verme problemleri her zaman hiyerarşik bir yapıyla ifade edilemezler. Problemden yer alan kriterler ve seçenekler birbirleriyle karşılıklı etkileşim halinde olabilirler. Bu durumda bileşenlerin ağırlıklarını bulmak karmaşık bir analiz gerektirir. Analitik Ağ Süreci (ANP), bu tür problemlerde kullanılabilen bir tekniktir. ANP'de Analitik Hiyerarşi Süreci(AHP)'nde

olduğu gibi ikili karşılaştırma esasına dayanır. Fakat yöntem AHP'den daha kapsamlı ver gerçekçi bir yöntemdir. İkili karşılaştırmalarda Saaty [17,18] tarafından geliştirilen 1-9 ölçeği kullanılır.



Şekil 1. Hiyerarşi ve Ağ Yapılarının Karşılaştırılması[21].

ANP'de, karar verme problemine ait tüm bileşenler ve ilişkiler tanımlanır, sonrasında çift yönlü şekilde olabilecek ilişkiler ifade edilir. ANP yönteminde problem, ağ yapısı kullanılarak modellenmekte, bu esnada tüm kriter kümelerindeki (aynı kümeye ait veya değil) alt kriterler arasındaki bağımlılıklar ve her kriter kümesindeki alt kriterler arasındaki o kümeye ait içsel bağımlılıklar göz önüne alınmaktadır. İçsel bağımlılıkları ve kriterler arasındaki karşılıklı etkileşimleri içerebilmesi nedeniyle ANP metodu, karar verme problemlerinin daha etkili ve gerçekçi bir biçimde çözümlenmesini sağlamaktadır [19,20].

Tablo 1. Temel Karşılaştırma Ölçeği Değerleri ve Tanımları [18].

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemde	İki kriterde eşit derecede öneme sahiptir.
3	Biraz Önemli	Deneyimler ve yargılar bir kriteri diğerine karşı biraz önemli kılmaktadır.
5	Fazla Önemli	Deneyimler ve yargılar bir kriteri diğerine karşı güçlü şekilde önemli kılmaktadır.
7	Çok Fazla Önemli	Kriter diğerine göre çok güçlü şekilde üstündür.
9	Son Derece Önemli	Eldeki bilgiler ve deneyimler bir kriterin diğerine göre çok büyük oranda üstün olduğunu belirtmektedir.
2, 4, 6, 8	Ara Önem Dereceleri	Ara rakamlar gerektiğinde kullanılabilir.

Analitik ağ süreci yönteminde, hiyerarşi süreci yönteminden farklı olarak, karşılaştırmalar sonrasında matrislerden faydalanılır. Ağırlıklandırılmamış süper matris, ağırlıklandırılmış süper matris ve limit süper matris olmak üzere üç tür matris kullanılarak analizler

yapılır. Ağırlıklandırılmamış süper matris, ikili karşılaştırmalar sonucu her bileşenin görelî önem vektörünü veren matristir. Ağırlıklandırılmış süper matris, bu değerlerin ilgili bileşenin içinde yer aldığı kümenin ağırlığı ile çarpılması sonucu elde edilen değerlerin yer aldığı matristir. Limit matris olarak ifade edilen matris ise ağırlıklandırılmış süper matrisin limiti alınarak, bileşenlerin görelî önem değerlerinin yakınsadıkları değerlerin elde edildiği matristir. Çok kriterli karar verme probleminin sonuçları bu matristen elde edilir. Yöntemde kriterlere ilişkin karşılaştırmaların, ilgilenilen konuda tecrübeli ve uzman olan kişilerce yapılması, tutarlılık indekslerinin yeterliliği ve özellikle bir probleme etki eden tüm bileşenlerin ve ilişkilerin doğru şekilde ifade edilmesi, elde edilen sonuçların güvenilirliğini artıracaktır [18,21,22]. Yöntemin uygulama adımları şu şekilde özetlenebilir [19,23]:

Adım 1. Karar Verme Probleminin Tanımlanması ve Çalışma Grubunun Oluşturulması: Karar problemi tanımlanır. Amaç, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler net biçimde ifade edilir.

Adım 2. Kriterlerin ve Bağımlılıkların Belirlenmesi: Kriterler ve aralarındaki etkileşimler belirlenir. İçsel ve dışsal bağımlılıklar ve varsa kriterler arasındaki geri bildirimler ilişkilendirilir. Bu ilişkilerin belirlenmesi çalışma grubunun fikirleri ve ilgili literatürün irdelenmesi neticesinde ortaya çıkar.

Adım 3. Değerlendirme Kriterleri Arasında İkili Karşılaştırmaların Yapılması: ANP'de de AHP'de olduğu gibi ikili karşılaştırmalar bir matris çatısı altında yapılır. Değerlendirmeye alınacak n adet kriter var ise, i kriterinin j kriterine göre önemini belirlemek üzere A matrisi elde edilebilmektedir. Lokal öncelik vektörü $A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w$ denkleminin çözülmesi ile elde edilen öz vektör ile belirlenir. Burada A ikili karşılaştırma matrisi, w öz vektör, λ_{\max} ise A karşılaştırma matrisinin en büyük öz değeridir. İkili karşılaştırma matrisi aşağıda gösterilmektedir.

$$A = (a_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Matris elemanları arasında; $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ve $a_{ii} = 1$ ilişkisi bulunmaktadır. Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani $i = j$ olduğunda, 1 değerini alır. Kriterlerin ikili karşılaştırmalarından Tablo 1'deki önem ölçeği kullanılır.

İkili kriter karşılaştırmaları, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise, $a_{ji} = 1 / a_{ij}$ eşitliği kullanılır.

Adım 4. Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılık Analizlerinin Yapılması: Karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını tespit etmek için, karşılaştırma matrisleri yapılandırıldıktan sonra her bir matris için tutarlılık oranı(CR) hesaplanmalıdır. CR, tutarlılık indeksi (CI)'ın rastgele tutarlılık indeksi (RI)'ya bölümü ile elde edilir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Tutarlılık indeksi şu şekilde hesaplanır:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Her nxn boyutundaki matris için, rassal olarak oluşturulmuş matrislerin ortalama tutarlılık değerleri hesaplanmış ve rassal indeks(RI) olarak adlandırılmıştır. Saaty [17] tarafından hazırlanan rassal indeks, Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kriter Sayısına Bağlı Olarak Rassal İndeks Değerleri [17].

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

CR değeri, 0,10 değerinden daha düşük ise ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğu söylenebilir. Değerler 0,10'dan büyükse karşılaştırmalarda tutarsızlık söz konusudur. Bu durumda karar verici grup, kriterler arası ilişkileri ve karşılaştırmaları tekrar gözden geçirmelidir.

Adım 5. Süper Matrisin Oluşturulması: Birbirine bağımlı etkilerin bulunduğu bir sistemde global önceliklerin elde edilmesi için, lokal öncelik vektörleri süper matris olarak bilinen bir matrisin kolonlarına tahsis edilerek yazılır. Kriterlerin birbiri üzerindeki uzun dönemli nispi etkileri süper matrisin kuvveti alınarak belirlenir. Önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süper matrisin (2n+1). kuvveti alınır, burada n rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris, limit süper matris olarak isimlendirilir.

Adım 6. Kriterlerin Önem Derecelerinin Belirlenmesi ve/veya En İyi Alternatifin Seçimi: Elde edilen limit süper matrisle alternatiflere ve/veya karşılaştırılan kriterlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenmiş olur. Seçim probleminde, en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif en iyi alternatif, ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter, karar sürecini etkileyen en önemli kriterdir.

Farklı karar verme probleminin çözümünde kullanılan ANP yönteminin uygulama alanlarından bazıları; teknoloji kararları[24], tahmin metotları[25], tedarikçi değerlendirme [23], yazılım seçimi[13], tedarik zinciri yönetimi[26,65], politika seçimi[27], imalat sistemleri [28,29], üretim planlama[30,31], tedarikçi seçimi[21,32], yer seçimi[33], stratejik yönetim[34,35], katı atık yönetimi[36], haberleşme teknolojileri[37], bilgi yönetimi[38], toplam kalite yönetimi[39], kalite fonksiyonu yayılımı[40], proje seçimi[41], yeni ürün geliştirme[42], iş yükü seviye ölçümü [43], yalın üretim [44], altı sigma projesi seçimi[45] olarak ifade edilebilir.

3. VIKOR METODU

Serafim Opricovic [46] tarafından ilk olarak ortaya atılan VIKOR yöntemi, 2004 yılında Opricovic ve Tzeng tarafından[47] yapılan çalışma ile birlikte çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. Bu tarihten sonrada, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı alanlardaki sınırlı sayıda çalışmada, yöntemin kullanıldığı görülmektedir. Yöntemin adı olan VIKOR; slav kökenli ifadenin baş harflerinin kısaltılmasıyla oluşturulmuştur. VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje. Dilimizdeki anlamı ise; çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm olarak ifade edilebilir.

Yöntemin temelinde, alternatifler ışığında ve değerlendirme kriterleri kapsamında bir uzlaşık çözümün tespit edilmesi vardır. Bu uzlaşık çözüm, ideal çözüme en yakın çözüm olarak ortaya çıkmaktadır [47,48]. Uzlaşık çözüm ifadesiyle, alternatifler için çok kriterli sıralama indeksi oluşturularak, belirli koşullar kapsamında ideal çözüme en yakın kararın verilmesi anlaşılmaktadır. Her alternatifin, karar verme kriterleri bazında değerlendirildiği varsayımı altında, ideal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılarak uzlaşık sıralamaya ulaşılır [49]. Yöntem ayrıca, karar verici grubun sonuç üzerinde etkili olabilmesine de imkan vermektedir. Maksimum grup faydasının ve buna bağlı olarak karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının sonuca etki ettirilebilmesi söz konusudur.

VIKOR yöntemi ilk olarak 2004'te Opricovic ve Tzeng'in yaptığı çalışma ile literatüre girmiştir [47]. TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin karşılaştırılması analizinin yapıldığı bu çalışmada yazarlar, her iki yöntemin benzer ve farklı yönlerini ortaya koymuşlar, VIKOR metodunun karar vericilerin fikirlerini daha iyi yansıtabildiğini belirtmişlerdir. Tzeng vd. [50], yapmış oldukları çalışmada toplu taşımada kullanılacak alternatif yakıtların değerlendirmesi konusunu ele almışlar, VIKOR ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Araştırmacılar değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında ise AHP yöntemine başvurmuşlardır.

Opricovic [51], 2009 yılında yapmış olduğu çalışmada, VIKOR yöntemini su kaynakları planlamasında kullanmıştır. Karar verme problemi, VIKOR ile modellenmiş ve uzlaşık çözüme ulaşılmıştır. Opricovic ve Tzeng [49], genişletilmiş VIKOR yöntemini; TOPSIS, PROMETHEE ve ELECTRE yöntemleriyle karşılaştırmışlardır. Baraj tipi seçimi ile ilgili uygulama yapan araştırmacılar, PROMETHEE yöntemiyle VIKOR yönteminin sonuçlar açısından benzer değerler verdiğini ifade etmişler, her iki yöntemde maksimum grup faydasını kullandığını ancak VIKOR yönteminin minimum pişmanlığı da dikkate aldığını belirtmişlerdir. ELECTRE II yönteminin göreceli olarak VIKOR yöntemiyle benzer sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Chu vd. [52], bilgi yönetimi alanında yaptıkları çalışmada; bu alandaki faaliyetlerde ortaya çıkan çok kriterli karar verme problemlerinde, TOPSIS, SAW ve VIKOR yöntemlerinin kullanımını incelemişlerdir. TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin daha gerçekçi çözümler sunduğunu, ayrıca VIKOR yönteminin uygun stratejilerin seçimi bakımından daha kolay uygulanabildiğini ifade etmişlerdir.

Wu vd. [53], performans ölçümü amacıyla üç bankayı yirmi üç kriter kapsamında bulanık ortamda analiz etmiş, AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Lixin vd. [54] tedarik zinciri yönetimi alanında yaptıkları çalışmalarından dört kriter kullanarak dört farklı alternatif içerisinde iyi lojistik servis sağlayıcının seçimini ANP ve VIKOR yöntemini kullanarak yapmışlardır. Ertuğrul ve Karakaşoğlu [55], yapmış oldukları çalışmada, Ege bölgesindeki banka şubelerinin performansını ölçmek amacıyla on adet kriter belirlemiş ve VIKOR yöntemiyle performans ölçümü yapmışlardır.

Yang ve Wang [56], ürün yaşam döngüsü üzerine yaptıkları çalışmalarında AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. Guo ve Zhang [57] tedarikçi seçimi yaptıkları çalışmalarında kaba küme teorisi ve VIKOR yöntemlerini bütünleşik olarak kullanarak beş kriter kapsamında karar verme işlemini gerçekleştirmişlerdir. Sanayi vd. [58], yapmış oldukları çalışmada bulanık ortamdaki tedarikçi seçim problemi için VIKOR yöntemini kullanmışlardır. Mulavdic [59], sürdürülebilir gelişim çerçevesinde, konut tipi seçimine ilişkin çalışmada VIKOR yöntemini uygulamışlardır. Kaya ve Kahraman [60], yenilenebilir enerji alternatiflerinin seçimi problem için, AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanarak bulanık ortamda bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Wu vd. [61] yapmış oldukları çalışmada farklı üniversite tiplerine ilişkin bir seçim çalışması yapmışlardır. Liou ve Chuang[62] ise dış kaynak kullanımı için farklı alternatifleri inceledikleri çalışmalarında ANP ve VIKOR yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Farklı uygulama alanlarında kullanılmış olan VIKOR yönteminin adımları şu şekilde özetlenebilir:

1. Adım: Her bir kriter için en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerler belirlenir. Eğer i kriteri oluşturulan model açısından “ fayda ” anlamında bir değerlendirme kriteri ise, $i=1, 2, \dots, n$ için;

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \quad f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilebilir.

2. Adım: Her bir alternatif için S_j ve R_j değerleri hesaplanır. w_i , kriter ağırlıklarını ifade etmektedir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (4)$$

$$R_j = \max [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (5)$$

3. Adım: Her bir alternatif veya değerlendirme birimi için Q_j değerleri hesaplanır.

$$Q_j = v (S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v) ((R_j - R^*) / (R^- - R^*)) \quad (6)$$

Yukarıdaki denklemde, $S^* = \min_j S_j$; $S^- = \max_j S_j$; $R^* = \min_j R_j$; $R^- = \max_j R_j$ değerlerini ifade etmektedir. v değeri, maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, $(1 - v)$ değeri karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. [49], Genellikle $v=0,5$ kullanılır [54].

4. Adım: Elde edilen Q_j , S_j , R_j değerleri sıralanır. En küçük Q_j değerine sahip alternatif yada değerlendirme birimi, alternatifler grubu içerisindeki en iyi seçenek olarak ifade edilir.

5. Adım: Elde edilen sonucun geçerli olması için iki koşul sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde, minimum Q değerine sahip alternatif, en iyi olarak nitelendirilebilir. Bu koşullar, şu şekilde ifade edilebilir.

Koşul 1 (C1) - Kabul edilebilir avantaj: En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içeren koşuldur.

$$Q(P_2) - Q(P_1) \geq D(Q) \quad (7)$$

(7) numaralı eşitsizlikte P_1 , en az Q değerine sahip olan birinci en iyi alternatif, P_2 ise ikinci en iyi alternatiftir.

$D(Q)$ değeri (8) numaralı eşitlikte ifade edilmiştir. j , alternatif sayısını göstermektedir.

$$D(Q) = 1 / (j-1) \quad (8)$$

Koşul 2 (C2) - Kabul edilebilir istikrar : Elde edilen uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunun kanıtlanması açısından şu koşulun sağlanması gerekir: En iyi Q değerine sahip P_1 alternatifi, S ve R değerlerinde en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır.

Belirtilen iki koşuldan bir tanesi sağlanamazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer Koşul 2 sağlanmıyorsa P_1 ve P_2 alternatifleri,
- Eğer Koşul 1 sağlanmıyorsa P_1, P_2, \dots, P_M alternatifleri dikkate alınarak eşitsizlik şu şekilde ifade edilir:

$$Q(P_M) - Q(P_1) < D(Q) \quad (9)$$

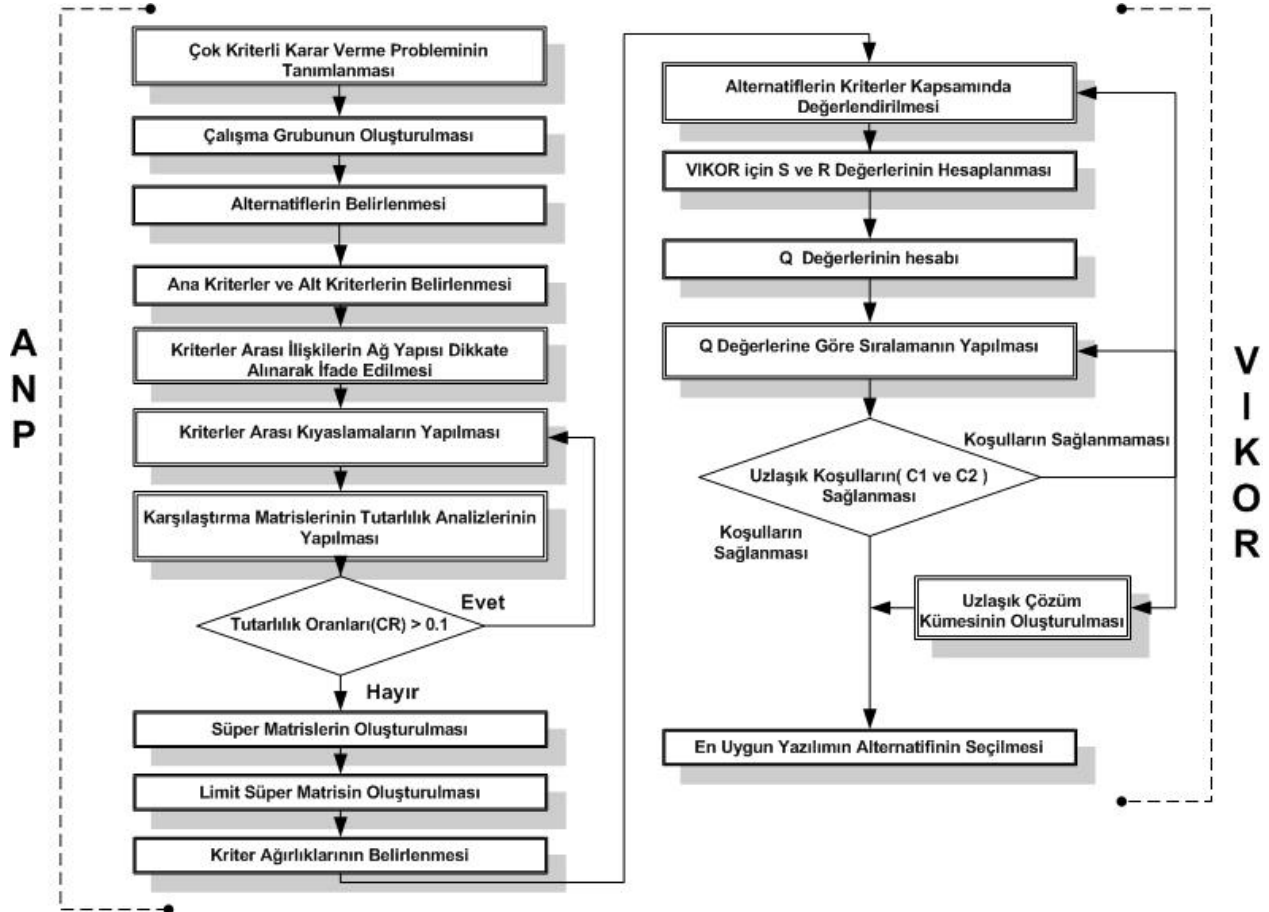
Uzlaşık çözüm kümesi dahilinde Q değerlerine göre sıralama yapılır. En iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiflerden biridir [47].

4. ERP YAZILIMI SEÇİMİ UYGULAMASI

Çalışma kapsamında imalat sektöründeki orta ölçekli bir firma için ERP yazılımı seçimi yapılmıştır. Bu bölümde öncelikle, yapılan uygulamanın temel metodolojisi açıklanacak, sonrasında ANP ve VIKOR yöntemlerinin uygulamada nasıl kullanıldıkları ifade edilecektir.

4.1 Metodoloji

Çok kriterli bir karar verme problemi olan, kurumsal kaynak planlama yazılımı seçimine ilişkin metodoloji Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. ERP Yazılımı Seçimine İlişkin Metodoloji.

4.2 ANP Tekniğiyle ERP Yazılımı Seçim Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi

İmalat sektöründe faaliyet gösteren orta ölçekli bir firma için ERP yazılımı seçim kriterleri belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde; satınalma uzmanı, ERP danışmanları ve akademisyenlerden oluşan bir karar verme grubu rol oynamıştır. Literatürden elde edilen bilgiler ve tecrübeleri ışığında karar verme grubu, beş ana kriter kapsamında 26 adet alt kriter belirlemiştir.

Sonrasında ANP modeli kurularak, en önemli kriterler ve kriter ağırlıkları belirlenmiştir.

4.2.1 ANP Modeline İlişkin Adımlar

Analitik ağ süreci metodunun, uygulamadaki kullanımı belirtilen basamakları içermektedir.

4.2.1.1 Problemin Tanımlanması: ERP yazılımı seçiminde önemli kriterlerin ve ağırlıklarının belirlenmesi bu aşamadaki problemimizdir.

4.2.1.2 Çalışma Grubunun Oluşturulması: İşletme yöneticileri ve konunun uzmanlarından oluşan karar verici çalışma grubu oluşturulmuştur.

4.2.1.3 Ana ve Alt Kriterlerin Belirlenmesi: Çalışma kapsamında yazılım seçimi için 5 ana kriter ve 26 alt kriter belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde öncelikle firmanın durumu ve ihtiyaçları, sonrasında konu ilgili literatür dikkate alınmıştır. Karar verici grubun önerileri ile kriterler son halini almıştır. Belirlenmiş olan modele ilişkin, kullanılan kriterler ve açıklamaları şu şekildedir:

4.2.1.3.1 Kriter Açıklamaları

a) Firma ve Satın Alma Kriterleri

Firmanın finansal durumu: ERP projesini yürüten firmanın finansal durumunun iyi olması, projenin yürütülmesinde bu nedenden dolayı ortaya çıkabilecek sorunları azaltacaktır. Ayrıca sorunlara müdahale edebilme kabiliyeti de bu kriterle ilişkilidir.

Firmanın pazardaki konumu: Tedarikçi firmanın pazardaki konumu, müşterilerini memnun edip etmediğinin bir göstergesi olarak karşımıza çıkacaktır.

Firmanın teknik kapasitesi: Tedarikçi firmanın yetkin ve tecrübeli bir ekibe sahip olması ve bunun yanı sıra teknik imkânlarının iyi olması projenin gidişatı açısından önemlidir. Danışmanların tecrübesi, danışman ve teknik eleman sayısı gibi verilerde firmanın teknik kapasitesini ifade eden bazı göstergelerdir.

İşlevsellik(İş süreçlerine uyum): ERP sistemini kullanacak firmanın bulunduğu sektöre özgü ve firmaya özgü iş süreçleri değerlendirilmeli, bu kapsamda yazılımın mevcut ve eklenebilecek özellikleri dikkate alınmalıdır.

Mevcut donanımların kullanılabilirliği: ERP yazılımının kurulumu ve işletilmesi sürecinde, firmada var olan donanımların belli oranda kullanılabilirliği yatırım açısından avantaj sağlayabilecek bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Referanslar: ERP yazılımının tedarik edildiği firmanın ilgili sektördeki referansları önemli bir faktördür.

Yazılımın maliyeti: ERP yazılımının ana maliyeti de dikkate alınması gereken kriterlerden birisidir.

b) Kullanım Kolaylığı ile İlgili Kriterler

Ergonomi: Yazılımın ergonomik olma ve kullanılabilirlik özellikleri, kullanıcı firma açısından dikkate alınması gereken bir faktördür.

Esneklik(Dil, para birimi, mevzuat): Yazılım dil, para birimi ve diğer mevzuatlar açısından esnek bir yapıya sahip olmalıdır.

Öğrenilebilirlik: Yazılımın kullanımının, kullanıcı tarafından hızlı ve kolay bir şekilde öğrenilebilmesi önemlidir.

Raporlama: ERP yazılımını kullanan firmanın veya kullanıcının isteyebileceği raporların, kolayca derlenebilmesi önemli bir faktördür. Bu kolaylık, istenen bilgiye ulaşım hızını artıracaktır.

Yardım bölümü: Kullanıcıların ihtiyaç duyması halinde başvurabilecekleri etkin bir yardım bölümü ERP yazılımında mevcut olmalıdır.

c) Uyarılama ve Teknik Altyapı Kriterleri

Danışmanlık ve eğitim maliyetleri: Danışmanlık ve personele verilen eğitime ilişkin maliyetler, dikkate alınması gereken faktörlerden biridir.

Esneklik: ERP yazılımı, iyileştirmelerin ve düzenlemelerin kolayca yapılabilmesi, ortaya çıkabilecek kullanıcı isteklerini gerçekleştirebilecek esnek bir yapıda tasarlanmış olmalıdır.

Modüler mimari: ERP yazılımları ortak bir platform üzerinde birbirleriyle uyumlu çalışacak şekilde tasarlanmış birimlerden oluşmalıdır. Mevcut alt yapı kullanılarak yeni modüllerin eklenebilmesi ve oluşacak uyum dikkate alınmalıdır.

Uyarılama süreci: Uyarılama sürecinin planlanması oldukça önemlidir. Uyarılama, sistemdeki istenen unsurların optimum zamanda işlevsel hale getirilmesini ifade eder. Uyarılama sürecinin planlanan süreyi toleransların dışında aşması, firmayı başta maliyet olmak üzere birçok noktada olumsuz etkileyecektir.

ERP-CRM Entegrasyonu İmkânı: CRM sistemindeki mevcut veriler (müşteri bilgileri, şikayetleri, izlenimleri vd.) ve ERP sistemindeki müşteri odaklı verilerin (talep değişiklikleri vd.) entegrasyonu ile müşterinin tatminin artırılabilmesine yönelik uygulamaların (bütünleşik raporlama vb.) var olması önemlidir.

d) Satış Sonrası Destek Kriterleri

Destegin kalitesi: Satış sonrası desteğin, müşterinin beklentilerini karşılayabilecek düzeyde olması gerekmektedir.

Destek hızı: Satış sonrası desteğin hızı, problemlerin çözümü açısından dikkate alınması gereken bir faktördür.

E-öğrenme: Çalışanların etkin bir öğrenme portalı ile internet yolu ile belli eğitimleri alabilmesi büyük kolaylık sağlayacaktır.

Online yardım: ERP yazılımını tedarik eden firmanın sağlayacağı online yardım hizmeti ve niteliği önemlidir.

Periyodik bakım gideri: Yazılımın periyodik bakım gideri de maliyetler açısından dikkate alınmalıdır.

e) Diğer Hususlara İlişkin Kriterler

Garanti süresi: Garanti süresi, kapsamı ve bununla ilişkili diğer detaylar önemlidir.

Yazılımın güvenilirliği: Kararlı çalışma koşulları, otomatik veri yedekleme, otomatik veri kurtarma ve diğer güvenilirlik özellikleri dikkate alınmalıdır.

Yazılımın güvenliği: ERP sisteminin genel sistem güvenliği, yetkilendirme, engelleme, kısıtlama vb. güvenlik özellikleri önemlidir.

Çalışan eğitimi: Standart eğitimler dışında, daha sonra gerekli olması halinde verilecek eğitimlerin niteliği ve maliyeti de önemli unsurlardandır.

4.2.1.4 Kriterler Arası İlişkilerin İfade Edilmesi: Bu adımda, modelde birbirini etkileyen kriterler belirlenmiş, içsel ve dışsal bağımlılıklar ve ayrıca geri bildirimler ifade edilmiştir. Kriterler arası ilişkilerin belirlenmesi sonrasında oluşturulan ağ yapısı Şekil 3'te görülmektedir. Ağ yapısının oluşturulması ve bu aşamadaki hesaplamalar için Super Decisions 1.6.0 yazılımı kullanılmıştır.

4.2.1.5 Kriterler Arası Kıyaslamaların Yapılması: Tespit edilen kriterler ve ilişkiler ışığında oluşturulan şebeke yapısı için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Sonrasında kıyaslamalara geçilmiştir.

4.2.1.6 Tutarlılık Analizlerinin Yapılması: Tüm karşılaştırma matrislerinin tutarlılık analizleri yapılarak tutarlılık oranları(CR) hesaplanmıştır.

4.2.1.7 Limit Süper Matrisin Oluşturulması: İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen öncelik vektörleri kullanılarak başlangıç süper matrisi oluşturulmuş, bu matrisinde $(2n+1)$ kuvveti alınarak limit süper matris oluşturulmuştur. Elde edilen limit süper matrisle, karşılaştırılan kriterlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenmiştir.

4.2.1.8 Önemli Kriterlerin Tespit Edilmesi: Limit süper matrisle kriterlerin öncelik değerleri elde edilmiştir. En önemli kriterler Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 3. ERP Yazılımı Seçiminde Kullanılacak Ana ve Alt Kriterler.

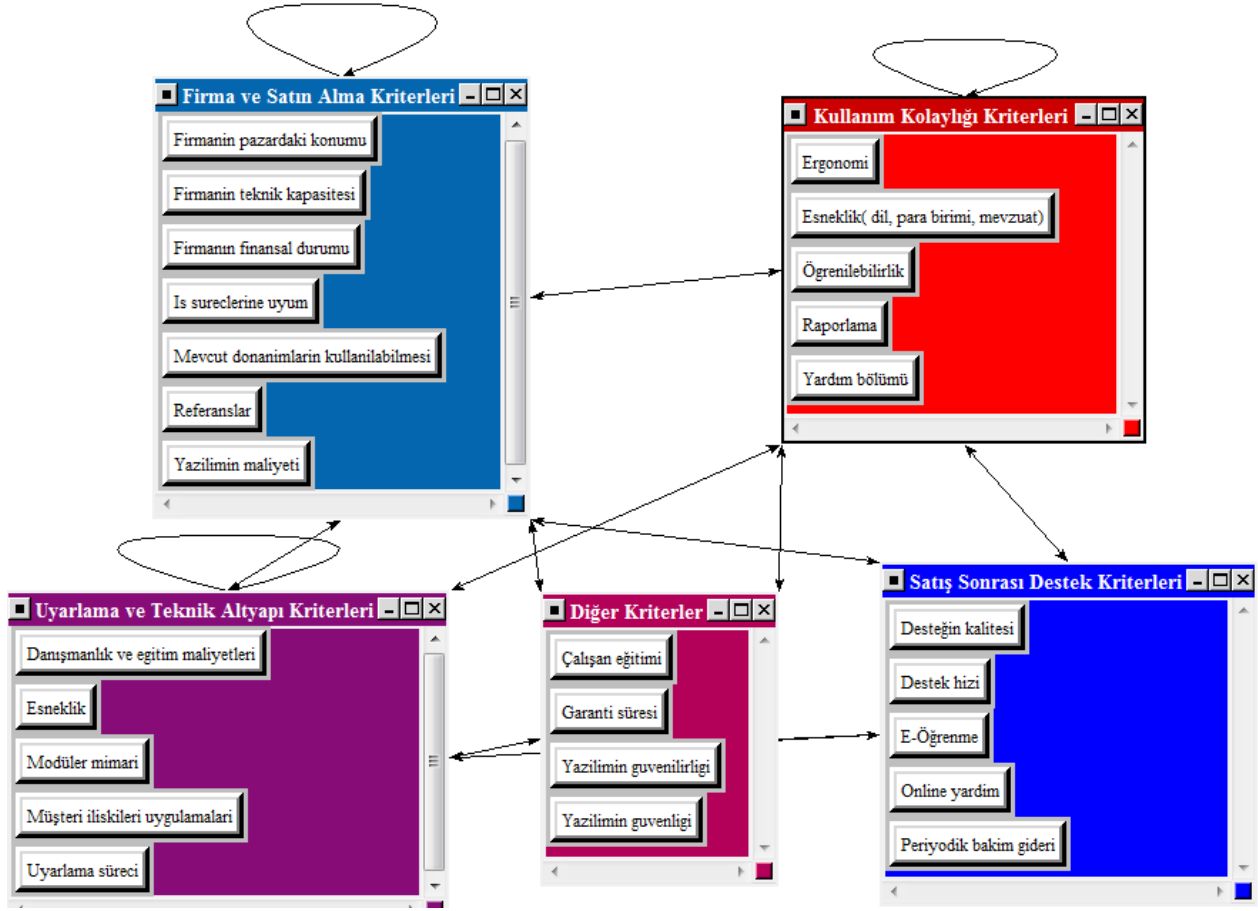
A	Tedarikçi Firma ve Satın Alma Kriterleri
A1	Firmanın Finansal Durumu
A2	Firmanın Pazardaki Konumu
A3	Firmanın Teknik Kapasitesi
A4	İşlevsellik (İş Süreçlerine Uyum)
A5	Mevcut Donanımların Kullanılabilirliği
A6	Referanslar
A7	Yazılımın Maliyeti
B	Kullanımı Kolaylığı Kriterleri
B1	Ergonomi
B2	Esneklik(dil, para birimi, mevzuat)
B3	Öğrenilebilirlik
B4	Raporlama
B5	Yardım Bölümü
C	Uyarılma ve Teknik Altyapı Kriterleri
C1	Danışmanlık ve Eğitim Maliyetleri
C2	Esneklik
C3	Modüler Mimari
C4	Uyarılma Süreci
C5	ERP-CRM Entegrasyonu İmkânı
D	Satış Sonrası Destek Kriterleri
D1	Destegin Kalitesi
D2	Destek Hızı
D3	E- Öğrenme
D4	Online Yardım
D5	Periyodik Bakım Gideri
E	Diğer Unsurlara İlişkin Kriterler
E1	Garanti Süresi
E2	Yazılım Güvenilirliği
E3	Yazılım Güvenliği
E4	Çalışan Eğitimi

Tablo 4. ANP Tekniği ile Tespit Edilen En Önemli Seçim Kriterleri.

Tespit Edilen En Önemli 10 Kriter	Tüm Kriterler İçindeki Ağırlık Değerleri	Normalize Edilmiş Ağırlıklar
Yazılımın Güvenilirliği	0,005824	0,006059
Yazılımın Güvenliği	0,023956	0,024921
Firmanın Finansal Durumu	0,222441	0,231399
Firmanın Pazardaki Konumu	0,224018	0,233039
Firmanın Teknik Kapasitesi	0,136993	0,142510
Referanslar	0,157401	0,163740
İşlevsellik	0,099083	0,103073
Destek Hızı	0,070128	0,072952
Online Yardım	0,010012	0,010415
Danışmanlık ve Eğitim Maliyetleri	0,011433	0,011893
Tüm kriterler içindeki toplam pay	= 0,961289	Toplam=1

ANP tekniğiyle, yazılım seçiminde kullanılacak en önemli on kriter tespit edilmiştir. Bu on adet kriter, ağırlık olarak tüm kriterlerin % 96,13'ünü temsil etmektedir.

Bu kriterler ve ağırlıklar kullanılarak VIKOR yöntemiyle yazılım seçimi yapılmıştır. Bulunan ağırlıklar, toplamı 1 olacak şekilde normalize edilerek, VIKOR ile analizde kullanılmıştır.



Şekil 3. Kriterler Arası İlişkiler ve Ağ Yapısı.

4.3 VIKOR Yöntemiyle en Uygun Yazılım Alternatifinin Seçilmesi

ANP tekniğiyle bulunan en önemli on kriter ve bunların ağırlıkları kullanılarak, VIKOR yöntemi uygulanmıştır. Dört farklı yazılım alternatifi, bu kriterler kapsamında değerlendirilmiştir. Yazılımın ismini vermemek adına, değerlendirilecek ERP yazılımları; A,B,C ve D olarak ifade edilmiştir. Kullanılan değerlendirme kriterlerine ilişkin, her bir alternatif için farklı değerler mevcuttur. Bu değerlerin elde edilmesinde (kriterin türüne göre), çalışma grubunun kararına başvurulduğu (Örneğin, Yazılımın güvenilirliği kriterinde) veya alternatif yazılımın bilinen sayısal değerlerinin kullanıldığı (Örneğin, firmanın finansal durumu) görülmektedir. Tablo 4'te değerlendirme kriterlerinin nasıl puanlandırıldığı ve her bir alternatife ilişkin değerler gösterilmiştir.

4.3.1 VIKOR Tekniğine İlişkin Adımlar

4.3.1.1 Her Bir Kriter İçin En İyi ve En Kötü Değerlerin Bulunması: Tüm karar alternatiflerinin, her

bir kriter kapsamındaki en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerlerinin tespiti yapılmış, Tablo 5'te ifade edilmiştir.

Tablo 5. En İyi (f_i^*) ve En Kötü (f_i^-) Değerler.

Değerlendirme Kriterleri	f_i^*	f_i^-
Yazılımın Güvenilirliği	82	71
Yazılımın Güvenliği	77	71
Firmanın Finansal Durumu	30	20
Firmanın Pazardaki Konumu	13	9
Firmanın Teknik Kapasitesi	82	72
Referanslar	28	14
İşlevsellik	80	72
Destek Hızı	89	67
Online Yardım	1	0
Danışmanlık - Eğitim Maliyetleri	-1750	-2450

Tablo 4. Değerlendirme Kriterlerine Göre Alternatiflerin Puanları.

Değerlendirme Kriterleri	Kriter İçin Değer Bıçme Yöntemi	Alternatiflere İlişkin Değerler			
		A	B	C	D
Yazılımın Güvenilirliği	Karar verme grubunun vermiş olduğu ortalama puan	77	79	82	71
Yazılımın Güvenliği	Karar verme grubunun vermiş olduğu ortalama puan	76	76	77	71
Firmanın Finansal Durumu	Bir önceki yılın ciro rakamları (milyon \$)	30	28	23	20
Firmanın Pazardaki Konumu	Yaklaşık pazar payı (%)	13	9	10	9
Firmanın Teknik Kapasitesi	Teknoloji kullanımı, donanım, yenilikçi ürünler ve teknik personel dikkate alınarak karar verici grup tarafından yapılan puanlama	79	82	76	72
Referanslar	Sektörel Referans Sayısı (Adet)	16	28	16	14
İşlevsellik	Karar verme grubunun vermiş olduğu ortalama puan	75	80	75	72
Destek Hızı	Karar verme grubunun vermiş olduğu ortalama puan	71	67	77	89
Online Yardım	Hizmetin varlığı (Var = 1; Yok = 0)	0	0	1	1
Danışmanlık ve Eğitim Maliyetleri	Pakete dahil olan eğitimler haricinde, ilk bir yıl için teklif edilen aylık ortalama danışmanlık ve eğt. maliyeti (\$)	-2450	-1750	-2250	-1750

4.3.1.2 Her Bir Alternatif için S ve R Değerlerinin Bulunması: (4) ve (5) numaralı eşitlikler kullanılarak bulunan S ve R değerleri Tablo 6'da ifade edilmiştir.

Tablo 6. Alternatiflere İlişkin S ve R değerleri.

Alternatif ERP Çözümleri	S_j	R_j
A	0,3364	0,1403
B	0,3685	0,2330
C	0,6753	0,1748
D	0,9047	0,2330

4.3.1.3 Her Bir Alternatif için Q Değerinin Hesaplanması: Tüm alternatifler için hesaplanan Q değerleri Tablo 7'de ifade edilmiştir. $v = 0,5$ olarak alınmıştır.

Tablo 7. Alternatiflere İlişkin Q değerleri.

Alternatif ERP Çözümleri	Q_j
A	0
B	0,5282
C	0,4839
D	1

4.3.1.4 Hesaplanan Q Değerlerine Göre Sıralamanın Yapılması: Q, S ve R değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralanışı Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Sıralama Sonuçları.

S_j	R_j	Q_j
A	A	A
B	C	C
C	B	B
D	D	D

4.3.1.5 En Uygun Alternatifin Seçimi: Q değerlerine göre sıralanan alternatiflerden, minimum Q değerine alternatif seçilir [47]. Analiz sonucunda, A alternatifi en uygun ERP yazılımı çözümü olarak karşımıza çıkmıştır.

4.3.1.6 Uzlaşık Koşulların (C1 ve C2) Kontrolü: C1 koşulu için; Birinci en iyi ve ikinci en iyi alternatiflerin Q değerlerinin farkına ve alternatif sayısına bağlı bir hesaplama söz konusudur.

Alternatif sayısı (j) = 4 olduğuna göre, denklem (7) ve (8)'den;

$0,4839 - 0 \geq 0,3333$ eşitsizliği hesaplanabilir. Bu sonuca göre koşul geçerlidir.

C2 koşulu için; En iyi Q değerine sahip P_1 alternatifi S ve R değerlerinin en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır. Bu koşul dikkate alındığında A alternatifi S ve R değerleri bakımından da en iyi alternatif olduğu söylenebilir.

ANP yöntemi ile bulunan önemli kriterler dikkate alınarak, VIKOR tekniğiyle sıralama işlemi gerçekleştirilmiştir. Gerekli koşulların kontrolü sonrasında, A harfi ile simgelenen ERP yazılımı alternatifi, firma için en uygun yazılım çözümü olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ

Ülkemizde bir çok orta ölçekli firma, işletme fonksiyonlarının yürütülmesinde birbirinden bağımsız araçlar kullanmaktadır. Planlama ve satın almada sayısal tabloların, üretimde farklı programların, depolama ve dağıtımda, depo-dağıtım yönetimi sistemi yazılımlarının, muhasebe-fınans birimlerinde özel yazılımların kullanımı, bunlara tipik örneklerdir. Fakat verimlilik kârlılık açısından tüm işletme fonksiyonlarının bütünleşik olarak teknoloji destekli bir şekilde yürütülmesi gereklidir. Bu amaçla geliştirilen ERP yazılımları, işletme kaynaklarının etkin kullanımını sağlamada önemli bir araç olarak karşımıza çıkmış durumdadır.

Kurumsal kaynak planlama projelerinde başarılı olan firmaların en önemli özelliği; kendi sektörlerine, kurumsal yapılarına ve teknolojik sistemlerine uygun çözümleri seçerek hayata geçirmeleridir. Yazılım seçiminde yapılacak hatalar, sadece zaman ve maliyet kaybına neden olmakla kalmayacak, sistem kurulduktan sonra etkin ve verimli kullanım konusunda da sıkıntılar ortaya çıkacaktır. ERP yazılımlarının seçiminde, öncelikle firmalar veya ilgili proje ekibi, seçimde dikkat edilecek kriterleri belirlemelidir. Kriterlerin ve kriter önem derecelerinin belirlenmesi sonrasında, uygun alternatifler değerlendirilerek en iyi yazılım çözümü seçilebilir.

Bu çalışmada, imalat sektöründeki orta ölçekli bir firma için ERP yazılımı seçimine ilişkin bir model oluşturulmuş ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Öncelikle kullanılabilir olan alternatif ERP yazılımlarının seçim sürecine ilişkin kriterler belirlenmeye çalışılmıştır. Sonraki aşamada ise yazılım seçimi gerçekleştirilmiştir. İlerleyen çalışmalarda, kriter sayısı çoğaltılarak analizin hassasiyeti artırılabilir gibi, karar verici grubun bazı kesin olmayan yargılarının da dikkate alınabileceği bulanık küme teorisi modele katılabilir. Ayrıca, farklı çok kriterli karar verme metodları kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Gör, A. G., Güneri F., “ERP Yazılım Seçiminde ANP Tekniğinin Kullanılması”, 2. Ulusal Sistem Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, 296-300, 2008.
- [2] Efe, M., Bayraktar, E., “Kurumsal Kaynak Planlaması ve Yazılım Seçim Süreci”, Üretim ve Hizmet Süreçlerinin Yönetimi, Çağlayan Yayınevi, İstanbul, 338-350, 2007.
- [3] Bernroider, E., Stix, V., “The Evaluation of ERP Systems Using Data Envelopment Analysis”, The Proceedings CD of IRMA 2003- Information Resources Management Association International Conference, 2003.
- [4] Çörekçioğlu, M., Güngör, A., “ERP Yazılımı Seçiminde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı”, 4. Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, (Kaynak: www.turk-ie.org, Son Erişim Tarihi: 02.08.2009), 2004.
- [5] Wei, C., Wang, M., “A Comprehensive Framework for Selecting an ERP System”, International Journal of Project Management, Vol.22, No.2, 161-169, 2004.
- [6] Başlıgil, H., “The Fuzzy Analytic Hierarchy Process for Software Selection Problems”, Journal of Engineering and Natural Sciences - Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Vol.2005-3, 24-33, 2005.
- [7] Alanbay, O., “ERP Selection Using Expert Choice Software”, ISAHF 2005 Proceedings CD, 2005.
- [8] Wei, C., Chien, C., Wang, M.J., “An AHP-Based Approach to ERP System Selection”, Int. Journal of Production Economics, Vol. 96, 47-62, 2005.
- [9] Beşkese, M.B., Tanyaş, M., “Bilişim Teknolojisi Yatırımlarının Değerlendirilmesine Yönelik Uygun Yöntemin Seçilmesi Modeli- ERP Yazılımı Seçimi Uygulaması”, İTÜ Dergisi/d, Cilt.5, Sayı.1, Kısım.2, 217-227, 2006.
- [10] Lall, V., Teyarachakul, S., “Enterprise Resource Planning (ERP) System Selection: A Data Envelopment Analysis (DEA) Approach”, The Journal of Computer Information Systems, Vol.47, 123-127, 2006.
- [11] İnce, Ö., “Selection Of An ERP Software System By Using Fuzzy VIKOR”, Information Sciences Proceedings of the 10th Joint Conference, 2007.
- [12] Lien, C., Chan, H., “A Selection Model for ERP System by Applying Fuzzy AHP Approach”, Int. Journal of The Computer, the Internet and Management, Vol. 15, No.3, 58-72, 2007.
- [13] Ayağ, Z., Özdemir, R.G., “An Intelligent Approach to ERP software Selection Through Fuzzy ANP”, Int. Journal of Production Research, Vol.45, No.10, 2169-2194, 2007.
- [14] Ghapanchi, A.H., Jafarzadeh, M.H., Khakbaz, M.H., “An Application of Data Envelopment Analysis (DEA) for ERP System Selection: Case of a Petrochemical Company”, ICIS 2008 Proceedings, 2008.
- [15] Karsak, E.E., Özogul, C.O., “An Integrated Decision Making Approach for ERP System Selection, Expert Systems with Applications, Vol.36, 660-667, 2009.
- [16] Cebeci, U., “Fuzzy AHP-Based Decision Support System For Selecting ERP Systems in Textile Industry By Using Balanced Scorecard”, Expert Systems with Applications, Vol.36, 8900-8909, 2009.

- [17] Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process", New York, McGraw- Hill, 1980.
- [18] Saaty, T.L., "The ANP for Decision Making with Dependence and Feedback", USA: RWS Publications, 1996.
- [19] Saaty, T.L., " Decision Making with Dependence and Feedback The Analytic Network Process", USA: RWS Publications, Second Edition, 2001.
- [20] Saaty, T.L., "Theory and Applications of the Analytic Network Process", USA: RWS Publications, 2005.
- [21] Görener, A., "Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı", Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt.4, Sayı.1, 99-110, 2009.
- [22] Ayağ, Z., Feyzioğlu, B. G., Tüfekçioğlu, M., Gürel, S., Özdemir, S., "Otomotiv Endüstrisinde Tedarikçi Seçimi İçin Bir Analitik Serim Süreci Uygulaması", 27. YA/EM Kongresi Bildiriler CD'si, 2007.
- [23] Dağdeviren, M., Dönmez N., Kurt, M., "Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Vol.21, No.2, 247-255, 2006.
- [24] Lee, H., Lee, S., Park, Y., "Selection of Technology Acquisition Mode Using The Analytic Network Process", Mathematical and Computer Modelling, Vol.49, No.5-6, 1274-1282, 2009.
- [25] Niemira, M.P., Saaty, T.L., "An Analytic Network Process Model for Financial-Crisis Forecasting", International Journal of Forecasting, Vol.20, 573-587, 2004.
- [26] Agarwal, A., S, Ravi., Tiwari, M.K., "Modeling the Metrics of Lean, Agile and Leagile Supply Chain: An ANP-based Approach", European Journal of Operational Research, Vol.173, 211-225, 2006.
- [27] Özdemir, M.S., "Analitik Serim Süreci ve EM'deki Uygulamaları", YA/EM'2004 XXIV. Ulusal Kongresi Bildiriler CD'si, 2004.
- [28] Bayazıt, Ö., "A New Methodology in Multiple Criteria Decision-Making Systems: Analytical Network Process (ANP) and An Application" , Ankara Ü. Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:57, Sayı:1, 15-33, 2002.
- [29] Güngör, A., "Evaluation of Connection Types in Design for Disassembly (DFD) Using Analytic Network Process", Computers & Industrial Engineering, Vol.50, No.12, 35-54, 2006.
- [30] Karsak, E.E., Sozer, S., Alptekin, S.E., "Production Planning in Quality Function Deployment Using A Combined ANP and Goal Programming Approach", Computers & Industrial Engineering, Vol.44, No.1, 171-190, 2002.
- [31] Chung, S.H., Lee, A.H.I, Pearn W.L., "Analytic Network Process (ANP) Approach for Product Mix Planning in Semiconductor Fabricator", International Journal of Production Economics, Vol.96, No.2, 15-36, 2005.
- [32] Gencer, C., Gürpınar D., "Analytic Network Process in Supplier Selection: A Case Study in an Electronic Firm", Applied Mathematical Modeling, Vol.31, 2475-2486, 2007.
- [33] Tuzkaya, G., Önüt, S., Tuzkaya, U.R., Gülsün B., "An Analytic Network Process Approach for Locating Undesirable Facilities: An Example from Istanbul", Journal of Environmental Management, Vol.88, No.4, 970-983, 2008.
- [34] Yüksel, İ., Dağdeviren, M., "Using the Analytic Network Process (ANP) in a SWOT Analysis- A Case Study for A Textile Firm", Information Sciences, Vol.177, No.16, 3364-3382, 2007.
- [35] Wu, W.Y., Shih, H.A., Chan, H.C., "The Analytic Network Process for Partner Selection Criteria in Strategic Alliances", Expert Systems with Applications, Vol.36, No.3, 4646-4653, 2009.
- [36] Khan, S., Faisal, M.N., "An Analytic Network Process Model for Municipal Solid Waste Disposal Options", Waste Management, Vol.28, No.9, 1500-1508, 2008.
- [37] Lee, H., Kim, C., Cho, H., Park, Y., "An ANP-based Technology Network for Identification of Core Technologies: A Case of Telecommunication Technologies", Expert Systems with Applications, Vol.36, No.1, 894-908, 2009.
- [38] Wu, W.W., Lee, Y.T., "Selecting Knowledge Management Strategies by Using The Analytic Network Process", Expert Systems with Applications, Vol.32, No.3, 841-847, 2007.
- [39] Bayazıt, Ö., Karpak B., "An ANP Based Framework for Successful Total Quality Management: An Assessment of Turkish Manufacturing Industry", International Journal of Production Economics, Vol.105, No.1, 79-96, 2007.
- [40] Kahraman, C., Ertay, T., Büyüközkan, G., "A Fuzzy Optimization Model For QFD Planning Process Using Analytic Network Approach", European Journal of Operational Research, Vol.171, No.2, 390-411, 2006.
- [41] Lee, J.W., Kim, S.H., " Using Analytic Network Process and Goal Programming for Interdependent Information System Project Selection", Computers & Operations Research, Vol.27, No.4, 367-382, 2001.

- [42] Ayağ, Z., Özdemir, R.G., “An ANP-based approach to concept evaluation in a new product development (NPD) environment”, *Journal of Engineering Design*, Vol.18, 209-226, 2007.
- [43] Bulut, K., Soylu, B., “Öğretim Üyelerinin İş Yükü Seviyelerini Ölçmek İçin Bir Analitik Ağ Modeli ve Mühendislik Fakültesinde Bir Uygulama”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt.25, No.1-2, 150 - 167 , 2009.
- [44] Anand, G., Kodali, R., “Selection of Lean Manufacturing Systems Using the Analytic Network Process – A Case Study”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol.20, No.2, 258-289, 2009.
- [45] Büyüközkan, G., Öztürkcan, D., “An Integrated Analytic Approach For Six Sigma Project Selection”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, No.8, 5835-5847, 2010
- [46] Opricovic, S. “Multi-Criteria Optimization of Civil Engineering Systems”. Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 1998.
- [47] Opricovic, S., Tzeng, G.H., “Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 156, No. 2, 445-455, 2004.
- [48] Chen, L.Y., Wang T., “Optimizing Partners’ Choice in IS/IT Outsourcing Process: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR”, *International Journal of Production Economics*, Vol.120, 233-242, 2009.
- [49] Opricovic, S., Tzeng, G.H., “Extended VIKOR Method in Comparison with Other Outranking Methods”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 178, 514-529, 2007.
- [50] Tzeng, G.H., Lin, C.W., Opricovic, S., “Multi-Criteria Analysis of Alternative-Fuel Buses for Public Transportation”, *Energy Policy*, Vol. 33, 1373-1383, 2005.
- [51] Opricovic, S., “A Compromise Solution in Water Resources Planning”, *Water Resources Management*, Vol. 23, 1549-1561, 2009.
- [52] Chu, M.T., Shyu, J., Tzeng, G.-H., Khosla, R., “Comparison Among Three Analytical Methods For Knowledge Communities Group Decision Analysis”. *Expert Systems with Applications*, Vol.33, No.4, 1011-1024, 2007.
- [53] Wua, H.Y., Tzeng, G.H., Chen, Y.H., “A Fuzzy Mcdm Approach For Evaluating Banking Performance Based On Balanced Scorecard” *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, 10135-10147, 2009.
- [54] Lixin, D., Ying, L., Zhiguang, Z., “ Selection Of Logistics Service Provider Based On Analytic Network Process And VIKOR Algorithm ”, *Networking, Sensing and Control, ICNSC 2008. IEEE International Conference Proceedings*, 1207- 1210, 2008.
- [55] Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N., “Banka Şube Performanslarının VIKOR Yöntemi İle Değerlendirilmesi”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt.20, Sayı.1, 19-28, 2009
- [56] Yang, C., Wang, T., “VIKOR Method Analysis of Interactive Trade in Policy-Making”, *The Business Review*, Vol.6, No.2; 77-85, 2006.
- [57] Guo, J., Zhang, W., “Selection of Suppliers Based on Rough Set Theory and VIKOR Algorithm”, *Proceedings of the 2008 International Symposium on Intelligent Information Technology Application Workshops*, 49-52, 2008.
- [58] Sanayei, A., Mousavi, S.F., Yazdankhah, A., “Group Decision Making Process For Supplier Selection With VIKOR Under Fuzzy Environment”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, 24-30., 2010.
- [59] Mulavdic, E., “Multi-Criteria Optimization of Construction Technology of Residential Building Upon The Principles of Sustainable Development”, *Thermal Science*, Vol.9, No. 3, 39-52, 2005.
- [60] Kaya, T., Kahraman, C., “Multicriteria Renewable Energy Planning Using an Integrated Fuzzy VIKOR & AHP Methodology: The Case of Istanbul”, *Energy*, Vol.35, 2517-2527, 2010.
- [61] Wu, H.Y., Chen, J.K., Chen, I.S., “Innovation Capital Indicator Assessment of Taiwanese Universities: A Hybrid Fuzzy Model Application”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, 1635-1642, 2010.
- [62] Liou, J.J.H., Chuang, Y.T., “Developing A Hybrid Multi-Criteria Model For Selection of Outsourcing Provider”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, 3755-3761, 2010.
- [63] Görener, A., “Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Yazılımı Seçiminde Öncelikli Kriterlerin Belirlenmesi: Bir Analitik Ağ Süreci Uygulaması”, VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 41-48, 2008.
- [64] Saaty, T.L., Vargas, L.F., “Prediction, Projection and Forecasting”, *Kluwer Academic*, Boston, 1991.
- [65] Karakanian, M., “Choosing an ERP Implementation Strategy”, *Year 2000 Practitioner*, Vol.2, No.7, 2-6, 1999.
- [66] Motwani, J., Subramanian, R., Gopalakrishna, P., “Critical Factors for Successful ERP Implementation: Exploratory Findings from Four Case Studies”, *Computers in Industry*, Vol.56, 529-544, 2005.

- [67] Agarwal, A., S, Ravi., Tiwari, M.K., “Modeling the Metrics of Lean, Agile and Leagile Supply Chain: An ANP-based Approach”, European Journal of Operational Research, Vol.173, 211-225, 2006.
- [68] www.ias.com.tr/enterprise/news/20030827_kriterler.html (Son Erişim Tarihi: 12.06.2009).
- [69] www.microsoft.com/turkiye/dynamics/erp/erp_nedir.aspx (Son Erişim Tarihi: 28.07.2009).
- [70] www.uyumsoft.com.tr/uyumsoft (Son Erişim Tarihi: 28.07.2009).
- [71] www.ias.com.tr/enterprise/articles/20090127-canias-aut-mes.html (Son Erişim Tarihi: 30.07.2009).

ÖZGEÇMİŞ

Ali GÖRENER

Lisans eğitimini Kocaeli Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. Sonrasında, Yıldız Teknik Üniversitesi ve İstanbul Ticaret Üniversitesinden sırasıyla İmalat ve Endüstri Mühendisliği alanlarında yüksek lisans dereceleri almıştır. Halen İstanbul Üniversitesinde, Üretim Yönetimi alanında doktora eğitimini sürdürmekte olup, Beykent Üniversitesinde Öğretim Görevlisi olarak akademik çalışmalarına devam etmektedir. Çalışma alanları; Üretim Yönetimi, Kalite Yönetimi, Tedarik Zinciri Yönetimi ve Çok Kriterli Karar Verme Metotları olan yazarın çeşitli ulusal-uluslararası dergilerde ve sempozyum kitaplarında yayımlanmış çalışmaları mevcuttur.