

Bulut Hizmet Sağlayıcı Kriterlerinin Bulanık Ortamda Değerlendirilmesi ve COPRAS Yöntemi ile Bulut Hizmet Sağlayıcılarının Sıralanması

Evaluation of Cloud Service Provider Criteria in Fuzzy Environment and Ranking of Cloud Service Providers by COPRAS Method

Buse USLU¹ 
Tamer EREN² 
Evrencan ÖZCAN³ 

DOI:10.33461/uybisbbd.873210

Öz

Makale Bilgileri

Makale Türü:
Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi:
02.02.2021

Kabul Tarihi:
12.10.2021

©2021 UYBİSBBD
Tüm hakları saklıdır.



Teknolojinin hızlı gelişimi ile birlikte günlük hayatta kullandığımız flash bellek ve harici disk gibi harici depolama aygıtlarının yerini bulut depolama hizmetleri almaya başlamıştır. Bulut hizmetler, dijitalleştirilmiş verilerin depolanması, istenilen cihazda ve zamanda erişilebilirliği ve veri yönetimi kolaylığı sağlamaktadır. Bu durum şirketlerin veriye daha kısa sürede erişimini ve daha az maliyetle veri yönetimini sağladığından birçok alanda ilgi çekmektedir. Bulut hizmete olan ilginin her geçen gün artması bulut hizmet sağlayıcılarının ve sundukları özelliklerin artmasına sebep olmaktadır. Bulut hizmet sağlayıcılarının sundukları özellikler ile birlikte karar vericilerin kendilerine uygun bulut hizmet sağlayıcı seçimlerinin karar verme aşamasında zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, Ankara'da orta ölçekli bir yazılım şirketi için bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili kriterlerin uzman görüşleri ile birlikte değerlendirilerek önem sıralaması yapılmıştır. Çalışma kapsamında 5 ana kriter ve 17 alt kriterin ağırlıkları çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi ile değerlendirilmiş ve ANP (Analitik Ağ Prosesi) yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları ile karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmanın örnek uygulamasında ise BAHP-COPRAS ve ANP-COPRAS ile alternatif sıralamaları elde edilmiştir. Elde edilen alternatif sıralamalarının kriter etki düzeyleri yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: bulut hizmet sağlayıcı, çok kriterli karar verme, ANP, bulanık AHP, COPRAS

Abstract

Article Info

Paper Type:
Research Paper

Received:
02.02.2021

Accepted:
12.10.2021

©2021 UYBİSBBD
All rights reserved.



Cloud storage services have started to replace external storage devices such as flash memory and external disk that we use in daily life with the rapid development of technology. Cloud services provide storage of digitized data, accessibility at the desired device and time, and ease of data management. This situation attracts attention in many areas as it enables companies to access data in a shorter time and manage data with less cost. The increasing interest in cloud service day by day causes the increase of cloud service providers and the features they offer. It has been observed that, Cloud service providers offered with the features with the increase, decision makers have difficulty in the decision-making process of choosing the appropriate cloud service provider. In this study, the effective criteria in the selection of cloud service providers for medium-sized companies are evaluated together with expert opinions and ranking in importance. The scope of the study within, the weights of 5 main criteria and 17 sub-criteria were evaluated with the BAHP (Fuzzy Analytical Hierarchy Process) method, which is one of the multi-criteria decision making methods and the criteria weights obtained as a result of the ANP (Analytical Network Process) method were compared. In the case study, alternative rankings were obtained with BAHP-COPRAS and ANP-COPRAS. The criterion effect levels of the obtained alternative rankings were interpreted.

Keywords: cloud service provider, multi-criteria decision making, analytical network process, fuzzy AHP, COPRAS

Atıf/ to Cite (APA): Uslu, B., Eren, T. ve Özcan, E. (2021). Bulut Hizmet Sağlayıcı Kriterlerinin Bulanık Ortamda Değerlendirilmesi ve COPRAS Yöntemi ile Bulut Hizmet Sağlayıcılarının Sıralanması. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 5(2), 166-184

¹ Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, buseuslu03@gmail.com

² Prof. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, tamereren@gmail.com

³ Doç. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, evrencan.ozcan@kku.edu.tr

1. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojideki değişimin artması bilgi teknolojilerinin giderek hayatımızın en önemli parçası haline gelmesine yol açmıştır. Şirketler sahip oldukları verileri güvenli bir şekilde depolayabilmek ve her cihazdan erişebilmek için bulut hizmet platformlarını tercih etmektedirler. Bulut hizmet, yetki dâhilinde dijitalleşmiş verilerin bir internet ağı portalı üzerinden depolanabilme, güncelleme, erişim gibi işlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan bir teknoloji ağıdır. Bulut hizmetin, SaaS (yazılım hizmeti), PaaS (platform hizmeti) ve IaaS (sunucu altyapı hizmeti) olmak üzere üç hizmet modeli yer almaktadır. Ayrıca melez, özel, genel ve topluluk olmak üzere 4 bulut hizmet tipinden oluşmaktadır (Ur Rehman vd., 2011:44; Uslu vd., 2019b:20). Bulut hizmet sağlayıcısı kiralamak isteyen şirketler öncelikle şirketlerinin hangi alanlarında ne amaçla kullanacaklarını tespit etmeli, bulut hizmet modelini ve bulut hizmet tipini belirlemelidir.

Her geçen gün şirketlerin bulut hizmet sağlayıcılarına olan talebinin artması, bulut hizmet sağlayıcıları arasındaki rekabeti ve sundukları özellikleri arttırmaktadır. Bu durum şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı seçimini oldukça zorlaştırmaktadır (Sun vd., 2014:134). Şirketler kendilerine uygun bulut hizmet sağlayıcısı seçemediklerinde zaman kaybı, fazla maliyet ve taşıma maliyeti gibi faktörler ile karşılaşacaktır. Bu makalede orta ölçekli şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler ele alınarak değerlendirilmiştir. Böylece bulut hizmet sağlayıcı kiralamak isteyen orta ölçekli bir şirketin hangi kriterlere nasıl değerlendirme yapması gerektiğine dair bir örnek çalışma olması amaçlanmıştır.

Bulut hizmete olan ilginin son yıllarda artması literatürün de bu konuya değinmesine sebep olmuştur. Literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde, bulut hizmet seçiminde etkili olan faktörler dikkate alınarak yapılan çalışmalar mevcuttur. Choi ve Jeong (2014) hizmet kalitelerine göre bulut hizmet tercihlerini çok kriterli karar verme yöntemlerinden ANP yöntemi ile sıralamıştır. Ele aldıkları çalışmada ulaşılabilirlik, güvenilirlik, performans, ölçeklendirilebilirlik, güvenlik ve veri yönetimi kriterleri dikkate alınırken Le vd. (2014) müşteri hizmetlerinin problemlere cevap verme hızı, müşteri hizmetleri servis çeşitliliği, belirli bir zaman aralığında iletilen veri miktarı (mb), 1mb dosyayı yükleme için gereken zaman, hizmet sağlayıcılarının sunduğu maksimum depo alanı gibi kriterleri dikkate almışlardır. Papathanasiou vd. (2015) uzman değerlendirmeleri ile güvenlik, dosya paylaşma yeteneği, maksimum yüklenebilen dosya boyutu, verilen ücretsiz depo alanı, işletim sistemleri ile olan uyum ve kullanım kolaylığı kriterlerini kullanarak, kısa ve pratik olması sebebiyle AHP ve PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemlerine başvurmuşlardır. Çalışmada her iki yöntemin uygulanması sonucunda elde edilen bulut hizmet sağlayıcı sıralamalarını karşılaştırmışlardır. Elde edilen sıralamalar incelendiğinde, çalışmada yer alan uzmanlar, genel olarak GoogleDrive ve Dropbox kullanmalarına rağmen, SugarSync bulut hizmet sağlayıcısı ilk sırada yer aldığını ifade etmişlerdir. Diğer bulut hizmet sağlayıcılarının sıralamalarında ise Microsoft SkyDrive ve Apple iCloud, PROMETHEE sonuçlarının ilk beşinde yer alırken, AHP sonuçlarında 9. ve 11. sırada yer aldığı görülmektedir. Çalışma sonucunda, sürekli yeni bulut hizmet sağlayıcılarının ortaya çıkması ve çok hızlı genişleyen bir pazar olması sebebiyle rekabetin fazla olduğuna değinmişlerdir. Bu nedenle, benzer çalışmaların tekrarlanması ve değişkenliklerin incelenmesini önermişlerdir. Tripathi vd. (2017) servis yanıt süresi, performans, ölçeklenebilirlik, esneklik, fiyat, kullanılabilirlik, güvenilirlik, uygulanabilirlik, itibar, güvenlik, uygunluk, şeffaflık, birlikte çalışabilirlik gibi kriterleri dikkate alarak bu kriterleri ANP yöntemi ile önceliklendirmişlerdir. Basu ve Ghosh (2018) veri merkezi konumu, kapasite, ölçeklenebilirlik, maliyet, performans gibi kriterler üzerinde değerlendirme yaparak 3 bulut hizmet sağlayıcısını bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) yöntemi ile sıralamışlardır.

Küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin tanımı, nitelikleri ve sınıflandırılması hakkında yönetmelikte belirtildiği üzere; “İkiyüzelli kişiden az yıllık çalışan istihdam eden ve yıllık net satış hasılatı veya mali bilançosundan herhangi biri yüzüymibeş milyon Türk Lirasını aşmayan işletmelere orta ölçekli şirketler denilmektedir.” (KOSGEB,2018:4778-1). Uslu vd. (2019a) çalışmasında,

Ankara ilinde bulunan 235 çalışanı olan orta ölçekli bir yazılım şirketinin en uygun bulut hizmet sağlayıcısı seçim problemini ele almışlardır. Çalışma kapsamında, orta ölçekli bir yazılım şirketi için belirlenen 5 ana ve 17 alt kriterin ANP yöntemi kullanılarak öncelik değerleri belirlenmiştir. ANP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları dikkate alınarak Uslu vd. (2019b) 7 bulut hizmet sağlayıcısını TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak sıralamış ve karşılaştırmıştır.

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde ele alınan ana kriterler tüm sektörler için ortak paydaş olsa da, literatürde bulunan ana ve alt kriterler sektörden sektöre ele alınan kriterler değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin, Keskin vd. (2020) bankaların bulut hizmet sağlayıcı seçiminin güvenlik açısından siber saldırı/güvenlik açığı, yönetim yetersizliği, veri koruması, çalışan davranışları, kullanılabilirlik kriterleri dikkate alırken, Çakır ve Karabıyık (2017) ise bireysel ve şirketler için aylık ücret, güvenlik, ücretsiz depolama alanı, müşteri hizmetleri, dosya paylaşım kolaylığı, üçüncü parti uygulamalar ile entegrasyon gibi genel kriterleri dikkate alarak değerlendirmişlerdir.

Şirketler bulut hizmet sağlayıcı seçiminde karşılaştıkları sorunları en aza indirilebilmek için kriterler önceliklendirmelidirler. Bu makale çalışmasında, literatürde bulunan kriterler değerlendirilerek Uslu vd. (2019a) çalışmasında yer alan orta ölçekli şirketlerin öncelikle dikkat ettiği kriterler seçilmiştir.

Gerçek hayat problemlerinde karar vericilerin bazı durumlarda net değerler vermesinde zorlandığı bilinmektedir. Çalışmada yer alan 7 uzmanın kriterleri tekrar değerlendirmesi istendiğinde problemin karmaşık olması ve bazı kriterlerin birbirleri ile kıyaslanırken “daha fazla önemli”, “tamamıyla önemli” gibi sözel ifadeler ile tanımlanması bulanık mantık yönteminin kullanılması gerektiğini göstermiştir. BAHP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları, Uslu vd. (2019a) çalışmasında uygulanan ANP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları ile karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

Çalışma kapsamında, bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için ANP ve BAHP yönteminde elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak alternatif sıralaması ve öncelik değerleri belirlenmiştir. Kriterlerin minimum ve maksimum önem ve fayda derecelerini dikkate alınarak alternatifler arasında optimal bir değerlendirme yapabilmesi nedeniyle bulut hizmet sağlayıcı sıralama probleminde COPRAS yöntemi kullanılmıştır.

2. BULUT HİZMET

Bulut hizmet, verilerin dijitalleşmiş formlarının bir portal aracılığıyla sanal ortamda başka cihazlara aktarılması, depolanabilmesi, istenilen zamanda ve kolay erişilmesine imkân sunan bir platformdur (Marston, vd., 2011:176, Uslu vd., 2019a:31). Bu durum bilgisayar ve iletişim teknolojileri tabanlı kaynakların kullanıcı istekleri doğrultusunda bir ağ yapısı üzerinden başka cihazlar ile paylaşılması şeklinde de açıklanmaktadır.

Bulut hizmetin amacı, kullanıcıların hem donanım kaynaklarını hem de yazılım imkânlarını kolay ve ucuz bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Bu yüzden şirketler her kullanıcıya ait fiziksel sunucunun olması yerine daha az maliyette ve istenildiği alan kadar ödeme imkânı sağlayan bulut hizmetleri tercih etmektedir. Böylece şirketlerdeki büyük miktarda verinin işlenmesi ve verilerin yönetilmesi bulut hizmet ile kolaylaşmıştır (Armutlu ve Akçay, 2015).

2.1. Hizmet Modelleri

Bulut hizmet, kullanım yönünden üç katmandan oluşmaktadır. Şirketler ihtiyaçlarına göre bir veya birden fazla katmanı tercih ederek işlemlerini gerçekleştirebilirler. Bu üç katman SaaS, PaaS ve IaaS şeklindedir.

Bulut hizmet katmanları arasında IaaS katmanı en alt katmanda yer almaktadır. Bu katmanda kullanıcıların depolama, donanım, sunucular ve ağ bileşenlerini de içeren tüm ekipmanları dışarıdan sağlanmaktadır (Sanaj ve Prathap, 2020:891). Burada kullanıcı kullanım başına ödeme yaparken, bulut hizmet sağlayıcısı ekipmanlara sahip olup bakımından sorumludur. Yaygın olarak kullanılan

bulut hizmet sağlayıcıları Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Compute Engine, bu katmana örnektir.

Orta katmanda yer alan PaaS katmanı, kullanıcıya online olarak kendi yazılım ve uygulamalarını geliştirme, test ve dağıtım hizmeti ile sadece bu yazılımların barındırılması için gerekli çevre birimlerinin üzerinde yönetim imkânı sunar (Yasrab, 2018:1; Adhikari ve Amgoth, 2018:156). Google AppEngine ve Microsoft Azure bulut hizmet sağlayıcıları bu katmana örnek verilebilir.

SaaS katmanı ise bulut hizmet katmanlarının en üstünde yer almaktadır. SaaS katmanı, kullanıcıların herhangi bir kurulum yapmadan internete bağlı herhangi bir platform üzerinden uygulamalara erişerek kullanım sağladığı bir hizmet türüdür (Uslu, 2020). Hizmetten faydalanan kullanıcılar ağ, sunucu, işletim sistemi ve depolama aygıtları gibi bileşenler üzerinden herhangi bir yönetme veya denetleme hakkına sahip değildirler (Godse ve Mulik, 2009:155). Günümüzde yaygın olarak kullandığımız Dropbox, Google Apps, Microsoft Office uygulamaları bu katmana ait hizmet sağlayıcılarıdır.

2.2. Bulut Hizmet Tipleri

Bulut hizmet tipleri; melez, özel, genel ve topluluk olmak üzere 4 tipten oluşmaktadır.

Genel bulut internet üzerinde çok sayıda kullanıcı tarafından kullanılan bir bulut hizmetidir. Genel bulut hizmet tipi genel kullanıma açık bir bulut hizmeti olduğu için sahip olduğu tüm uygulamalar ve hizmetler tüm kullanıcılar tarafından kullanılabilir. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan Zoom ve Netflix uygulamaları genel buluta örnektir (Zissis ve Lekkas, 2012:583; Namasudra vd., 2014:7).

Özel bulut modeli, genel bulut sistemi gibi tüm kullanıcılara hizmet etmek yerine yalnızca belirli kullanıcılara hizmet sunmaktadır. Özel bulut hizmet tipi, kurumun kendi ağı içerisinde yürütülebileceği gibi belirli yetkiler doğrultusunda kurum ağı dışındaki üçüncü taraf bir firma tarafından da işletilebilir (Marston vd., 2011:176; Sajid vd., 2013:13; Shawish ve Salama, 2014:39).

Topluluk bulut hizmeti, birden fazla kurumun aynı çatı altında bilişim altyapısının, güvenlik gereksinimlerinin ve kaynaklarının ortaklaşa kullanıldığı bir hizmet tipidir (Marinos ve Briscoe, 2009:472). Türkiye’de bulunan kamu kuruluşlarının bir arada hizmet sunduğu E-devlet sistemi buna örnektir (Uslu, 2020).

Melez bulut hizmet tipi ise iki ya da daha fazla bulut hizmet tipinin birlikte kullanılması ile oluşan bir bulut hizmettir. Şirketler genellikle kurum içi bilgilerini özel bulut hizmetinde tutarken, kurum dışı bilgilerini genel bulut hizmette tutmayı tercih etmektedir (Garber vd., 2013; Tripathi ve Jalil, 2013:30).

3. YÖNTEM

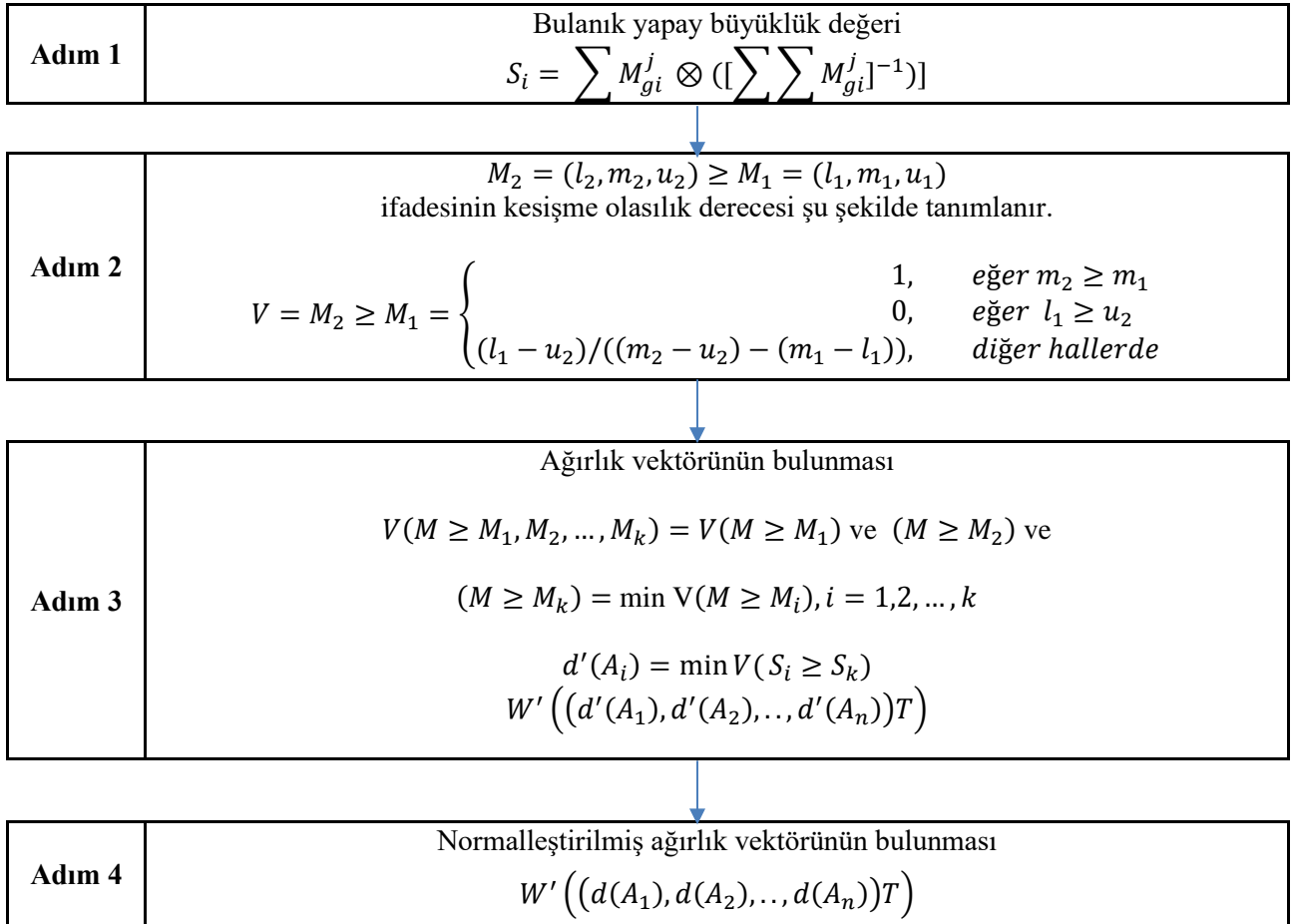
Gerçek hayat problemlerinde karar vericilerin yargılarını sözel olarak ifade ettikleri ya da sübjektif yargılarda buldukları sıkça gözlemlenmektedir. Ele alınan problemlerin karmaşık olması ve karar vericilerin karar verme aşamasında karşılaştıkları yargılama problemini çözmek için literatürde bulunan çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurulmaktadır.

3.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

Problemin analiz aşamasında birden çok kriterin değerlendirilmesinde karar vericilerin sözel ifadelerini daha kolay çözümlenebilir için bulanık mantık yaklaşımı kullanılmaktadır (Hamurcu ve Eren, 2017:217; Uslu, 2020). Bulanık mantık yönteminde ele alınan problemin, klasik problemlerde olduğu gibi bulanık olmayan en iyi karara ulaşması amaçlanmaktadır. Hiyerarşik yapıdaki problemleri bulanık mantığa dayanarak çözebilmek için bulanık mantık yöntemlerinden BAHF yönteminden faydalanılmaktadır (Vatansever ve Uluköy, 2013:274). Literatürde BAHF

yöntemi için birçok farklı uygulama tekniği geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin kendilerine has avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu makalede, yaygın olarak kullanılan, karar vericilerin daha hızlı ve anlaşılır bir biçimde kullandığı “Genişletilmiş Analiz Yöntemi” tercih edilmiştir.

Genişletilmiş Analiz Yöntemi Chang tarafından 1996 yılında geliştirilmiştir (Chang, 1996:649). Klasik AHP yöntemi adımları sadece bulanık değerler ile uygulandığından kullanımı kolaydır. Chang’ın genişletilmiş analiz yöntemi adımları Şekil 1’de gösterilmektedir. BAHP yönteminde kullanılan dilsel ifadeler Tablo 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. BAHP Uygulama Adımları

Tablo 1. Dilsel İfadelerin Üçgensel Bulanık Sayı Karşılıkları

Üçgensel Bulanık Sayılar	Önem Derecesi Eşleniği	Dilsel İfade
(1,1,1)	(1,1,1)	Eşit önemli
(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	Daha fazla önemli
(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)	Kuvvetli derecede önemli
(5/2,3,7/2)	(2/7,1/3,2/5)	Çok kuvvetli derecede önemli
(7/2,4,9/2)	(2/9,1/4,2/7)	Tamamıyla önemli

Bulanık mantık yöntemlerinden BAHP yönteminin sözel ifadeler ile daha kolay ifade edilebilmesi ve uygulamanın kolay olması sebebiyle, sağlık (Eren ve Gür, 2018:197), ulaşım (Gür vd., 2017: 437; Hamurcu ve Eren, 2017:217), bulut (Yıldırım ve Önay, 2013:59; Singla ve Kaushal, 2015:1; Alam vd., 2018:504), endüstri 4.0 (Sun, 2010:7745; Çalık, 2020:1; Simon vd., 2018:1), nesnelerin interneti (Zhang vd., 2011:1; Ly vd., 2018:1; Ahmed vd., 2018:606) gibi alanlarda da çok sık kullanıldığı görülmektedir.

3.2. COPRAS Yöntemi

Zavadskas ve Kaklauskas tarafından 1996 yılında çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan COPRAS (COmplex PROportional ASsessment) yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem ile değerlendirmeye alınan kriterlerin önem ve fayda derecelerine dikkat edilerek bir sıralama elde edilmesi amaçlanmaktadır (Ömürbek vd., 2017:14).

COPRAS yöntemi, uygulama kolaylığı ve kriterlerin fayda değerlerinin dikkate alınmasının yanı sıra çeşitli alternatifler arası sıralama ve değerlendirme yapılmasından dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinde sık kullanılan yöntemler arasındadır (Ömürbek ve Eren, 2019:174).

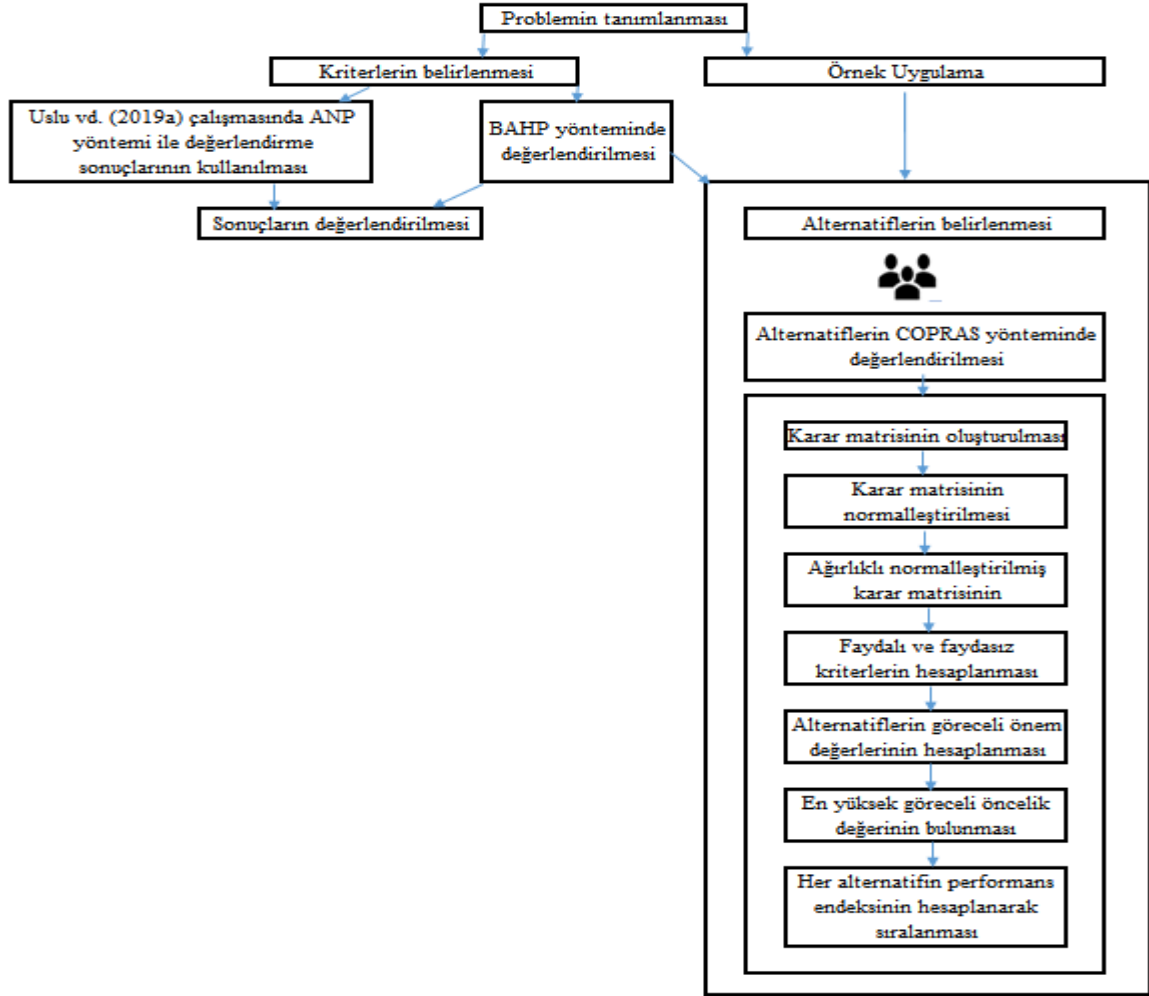
COPRAS yöntemi, alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılarak diğer alternatiflerden ne kadar iyi ya da ne kadar kötü olduğunun yüzeysel olarak belirlenmesinden dolayı diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre daha ayırt edici özelliğe sahiptir. COPRAS yöntemin, alternatiflerin iyi-kötü ve kriterlerin fayda-faydasız şeklinde belirlenmesinden dolayı son yıllarda, tedarikçi (Kumari ve Mishra, 2020;16645) ve malzeme seçim (Mousavi-Nasab ve Sotoudeh-Anvari, 2017;237) problemlerinin yanı sıra COVID-19 için güvenli bölge tespitleri (Hezer vd., 2020;775) gibi yeni çalışmalarda da kullanıldığı görülmektedir.

Adım 1	Karar matrisinin oluşturulması $X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$
Adım 2	Karar matrisinin normalleştirilmesi $x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad j = 1, 2, \dots, n$
Adım 3	Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması $D = d_{ij} = w_j * x_{ij}^* \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$
Adım 4	Faydalı ve faydasız kriterlerin hesaplanması $S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, k$ $S_{i-} = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad j = k + 1, k + 2, \dots, n$
Adım 5	Alternatiflerin göreceli önem değerlerinin hesaplanması $Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} * \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}}$
Adım 6	En yüksek göreceli öncelik değerinin bulunması $Q_{max} = en \text{ büyük } \{Q_i\} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$
Adım 7	Her alternatifin performans indeksinin hesaplanarak sıralanması $P_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} * 100\%$

Şekil 2. COPRAS Uygulama Adımları

4. UYGULAMA

Uygulama akış şeması Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Uygulama Adımları

4.1. Problemin Tanımı

Günümüzde bulut hizmet kullanımının yaygınlaşması, bulut hizmet sağlayıcıların sunduğu özelliklerin sayısını arttırmıştır. Bu durum orta ölçekli şirketlerin kendilerine uygun bulut hizmet sağlayıcı seçimini zorlaştırmaktadır. Uslu vd. (2019a) çalışmasında orta ölçekli bir şirketin bulut hizmet sağlayıcısı kiralamadan önce hangi kriterleri dikkate alması gerektiği belirlenerek bir yol haritası oluşturulmasını hedeflemişler ve belirledikleri kriterlerin birbirleri arasındaki iç ve dış bağlılıklarını dikkate alarak ANP yöntemi ile kriter ağırlıklarının elde etmişlerdir. Bu süreçte, uzmanların bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan bazı kriterlerin değerlendirilmesinde sözel ifadeler kullanması sebebiyle bulanık yöntemlere başvurulma ihtiyacı doğmuştur. Bu sebeple, ANP yönteminde elde edilen kriter ağırlıklarının BAHP kriter ağırlıkları ile karşılaştırılması hedeflenmiştir. Böylece bulut hizmet sağlayıcı seçiminde kriter ağırlıkları sözel ifadeler ile belirlense dahi problemin tutarlı bir çözüme ulaştırılması sağlanacaktır. Bulut hizmet sağlayıcı sıralamasının oluşturulması noktasında ise kriterlerin etkin değerlerinin dikkate alınmasının yanı sıra alternatifler arası sıralama ve değerlendirme yapılmasından dolayı bu uygulamada COPRAS yöntemi tercih edilmiştir. Böylelikle problemin çözümünde hem sözel olarak ifade edilen kriter ağırlıklarının BAHP ile belirlenebilmesi hem de COPRAS yöntemi ile kriter fayda değerleri belirlenirken, alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılarak diğer alternatiflerden ne kadar iyi ya da ne kadar kötü olduğunun yüzeysel olarak sıralanması avantajlarının elde edilmesi amaçlanmıştır.

4.2. Bulut Hizmet Sağlayıcı Seçiminde Etkili Olan Kriterlerin Belirlenmesi

Literatürde yer alan bulut hizmet sağlayıcı seçimi ile ilgili çalışmalar incelenmiş ve Uslu vd. (2019a) çalışmasında yer alan bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler ele alınmıştır. Ele alınan ana kriterler Tablo 2’de, alt kriterler ise Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 2. Ana Kriterlerin Açıklaması

Ana Kriterler	Ana Kriterler Açıklama
Hafıza Kullanımı (HK)	Hafıza Kullanımı Kullanılabilir hafıza alanının ne kadar iyi kullanıldığı
CPU Kullanımı (CK)	Kullanılabilir bilgisayar kaynaklarının ne kadar iyi kullanıldığı
Tepki Süresi (TS)	Bir sistemin ya da işlevin bir servis isteğine yanıt vermek için ihtiyaç duyduğu ortalama süre
Hizmet (HT)	Bulut hizmet sağlayıcısının sisteme göre değerlendirilmesi
Maliyet (MT)	Bulut hizmet yapılandırmalarını ve iş yükünü hesaba katarak bulutta oluşabilecek her hizmetin maliyeti

Tablo 3. Alt Kriterlerin Açıklaması

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Alt Kriterler Açıklama
HK	Kullanılabilirlik	Bir bulut hizmeti ağ üzerinden kullanılabilir ortalama saat
	Güvenlik	Bulut hizmeti içinde şirketin kritik verilerine yetkisiz kişilerin erişememesi
	Taşınabilirlik	Verilerin istenildiği zaman istenilen konuma taşınması
	Kapasite	Bulut hizmet sağlayıcısının şirkete sunduğu kullanılabilir alan
	Adapte Olabilirlik	Bulut hizmet sağlayıcısının yazılım, depolama, esneklik gibi faktörlerin şirket çalışanlarına göre uyum sağlayabilmesi
CK	Birlikte Çalışabilirlik	Şirketlerin(kullanıcının) tek bir bulut hizmetine bağlı kalması yerine iş gereksinimlerini diğer bulut hizmet sağlayıcılar arasında geçiş yapabilmesi
	Uygunluk	Kullanıcıya bağlı gerekli ya da gereksiz işleri bulut hizmette kontrol edebilmesi ve bulut hizmetin tanımlanan işe göre kullanılabilmesi
	Şeffaflık	Hizmet esnekliği, veri işleme şeffaflığı
	Depolama/ Veri Merkezi Konumu	Bulut hizmetinin yerel depolama ile birimlerin aynı fiziksel donanımda olması veya merkezi konumda yer alması
TS	Ağ Gecikme Süresi	Verilerin işlenmesi için ağda geçen süre
	İşlem Hızı	Şirketin yaptığı tüm işlem ve değişiklikleri kaydetmesi, buluttan veri çekme ve yükleme hızı
	Veri hızı	Bir bulut hizmetinde veri paketlerinin buluta iletim hızı
HT	Güvenirlilik	Bir bulut hizmetinin belirli bir süre boyunca belirli çalışma koşullarında arızasız olarak çalışması
	Müşteri Memnuniyeti	En az 3 yıl hizmet almış şirketlerin bulut hizmeti hakkında yaptığı değerlendirmeler
MT	Performans	Bulut depolama servisi için ortalama okuma/yazma süresi
	Servis	Bulut hizmet sağlayıcısının veriler üzerindeki yetkinliği
MT	İşlevsellik	Bulut depolamada SaaS, PaaS veya IaaS servislerinden hangi tip servise ihtiyaç olduğunun belirlenmesi

4.3. Bulut Hizmet Sağlayıcı Seçiminde Etkili olan Kriterlerin Değerlendirilmesi

Son yıllarda günlük hayatımızın hemen her alanında kendini gösteren bulut hizmetler, sahip olunan verilerin dijital ortamlarda depolama, aktarma ve her alanda istenildiği zaman erişilme kolaylığını sağlamaktadır. Bu durum şirketlerin ve bireysel kullanıcıların, daha düşük maliyet ve zaman harcayarak istenilen veriye her an ulaşabilme imkânına sahip olmasına yol açmaktadır. Şirketlerin bulut hizmet sağlayıcılarına olan talebinin artması, her geçen gün yeni bir bulut hizmet sağlayıcısının var olmasına ve sunduğu özelliklerin artmasına yol açmaktadır. Bulut hizmet sağlayıcıların sunduğu özelliklerin çok olması, kullanıcıların karar vermesini oldukça güçleştirmektedir. Ele alınan çalışmada belirlenen 5 ana ve 17 alt kriter çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHP yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada yer alan kriter karşılaştırmaları bilişim alanında en az 5 yıl faaliyet göstermiş ve şirketin yazılım ve bilişim servis departmanlarında çalışan toplam 7 uzmanın ortak görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Uygulama sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları ile Uslu vd.(2019a) uyguladığı ANP yöntemi sonucu ağırlıkları uzmanlar tarafından karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir.

4.4. Bulut Hizmet Sağlayıcı Seçiminde Alternatiflerin Belirlenmesi

İnternet kullanımının artması ve dijital ortamda verilerin depolanması ihtiyacının artması ile bulut hizmet sağlayan firma sayısı da her geçen gün artmaktadır. Piyasada en çok bilinen Box, OneDrive, Yandex, GoogleDrive, Icloud, Dropbox, Amazon Drive, Mega, IDrive, IBM Bulut ve Tresoit gibi bulut hizmet sağlayıcıları ve türevleri bulunmaktadır. Uzmanların tecrübeleri ve çalışanların kullanım kolaylıkları göz önünde bulundurularak şirket yöneticileri ve uzmanların ortak görüşleri ile Box, Dropbox, Mega, Icloud ve Google Cloud olmak üzere 5 Bulut hizmet sağlayıcı belirlenmiştir. Belirlenen bulut sağlayıcıları çalışma boyunca BHS1, BHS2, BHS3, BHS4 ve BHS5 olarak isimlendirilmiştir.

4.5. Bulut Hizmet Sağlayıcı Seçiminde Etkili olan Kriterlerin Belirlenmesi Probleminin BAHP Yöntemi ile Çözümü

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin önceliklendirilmesi probleminde, uzmanların kriterler arası karşılaştırma aşamasında sözel ifadelerle çok sık yer verdiği görülmüştür. Bu doğrultuda uzmanların sözel ifadeleri kullanabilmesi için kriterler arası karşılaştırmada daha anlaşılır bir yöntem olan BAHP yöntemi uygulanmıştır. BAHP yönteminde, karar vericilerin kullandığı sözel ifadeler üçgensel bulanık sayılara çevrilerek standart hale getirilmektedir. Oluşturulan üçgensel bulanık sayılar kullanılarak ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHP yöntemi adımları uygulanarak kriterlerin önem dereceleri karşılaştırılmaktadır. Bu durum BAHP yöntemi elde edilen sonuçların gerçek hayatta daha kolay uygulanabildiği ve anlaşılabilirliği bir yöntem haline getirmektedir.

Şekil 1’de yer alan BAHP uygulama adımları ana kriterler ve alt kriterler için uygulanmıştır. İlk olarak uzmanların ortak görüşleri ile ana kriterlerin kendi aralarında sözel olarak önem dereceleri belirlenmiştir. Belirlenen sözel ifadeler Tablo 4’te dilsel ifadelerle dönüştürülmüş hali ile yer almaktadır.

Tablo 4. Ana Kriter Bulanık Karar Matrisi

Ana Kriterler	HK	CK	TS	HT	MT
HK	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)
CK	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(5/2,3,7/2)	(2/3,1,3/2)
TS	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)
HT	(2/3,1,3/2)	(2/7,1/3,2/5)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
MT	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Her bir ana kriterler için $S_i = \sum M_{gi}^j \otimes ([\sum \sum M_{gi}^j]^{-1})$ denklemi kullanılarak bulanık yapay büyüklük değerleri hesaplanmıştır.

Örneğin HT kriteri,

$$S_{HT} = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j * [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1}$$

$$S_{HT} = ((1+2/3+3/2+3/2+2/7);(1+1+2+2+1/3);(1+3/2+5/2+5/2+2/5))*(0,04;0,03;0,03)$$

$S_{HT} = (0,13;0,22;0,35)$ şeklinde bulanık yapay büyüklük değeri hesaplanmıştır.

Her bir ana kriterin bulanık yapay büyüklük değeri hesaplandıktan sonra kesişme olasılık dereceleri hesaplanmaktadır.

Ana kriter kesişme olasılık derecelerinin her biri birbiriyle karşılaştırılarak en küçük değerler bulunur. Son adımda kriterlerin ağırlıkları normalize edilir ve Tablo 5’te gösterildiği gibi normalize edilmiş ağırlıklar ana kriter ağırlıkları olarak kullanılır.

Tablo 5. Normalize Edilmiş Ana Kriter Ağırlıkları

Kriter	W' (Ağırlık Normalizasyonu)
HK	0,213
CK	0,230
TS	0,167
HT	0,224
MT	0,167

BAHP yöntem adımları sırasıyla her alt kriter için tekrar uygulanmıştır. Alt kriterlerin bulanık karar matrisleri sırasıyla HK ana kriteri için Tablo 6’da, CK ana kriteri için Tablo 7’de, TS ana kriteri için Tablo 8’de, HT ana kriteri için Tablo 9’da, MT ana kriteri için Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 6. HK Kriteri Bulanık Karar Matrisi

HK	Kullanılabilirlik	Güvenlik	Kapasite	Adapte Olabilirlik	Taşınabilirlik
Kullanılabilirlik	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(5/2,3,7/2)
Güvenlik	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)
Kapasite	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)
Adapte Olabilirlik	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Taşınabilirlik	(2/7,1/3,2/5)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)

Tablo 7. CK Kriteri Bulanık Karar Matrisi

CK	Veri Depolama	Uygunluk	Birlikte Çalışabilirlik	Şeffaflık
Veri Depolama	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
Uygunluk	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)
Birlikte Çalışabilirlik	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
Şeffaflık	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 8. TS Kriteri Bulanık Karar Matrisi

TS	İşlem Hızı	Veri Hızı	Ağ Gecikme Süresi
İşlem Hızı	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)
Veri Hızı	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Ağ Gecikme Süresi	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)

Tablo 9. HT Kriteri Bulanık Karar Matrisi

HT	Müşteri Memnuniyeti	Güvenirlilik	Performans
Müşteri Memnuniyeti	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/5,1/2,2/3)
Güvenirlilik	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Performans	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)

Tablo 10. MT Kriteri Bulanık Karar Matrisi

MT	İşlevsellik	Servis
İşlevsellik	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
Servis	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)

Alt kriterler dikkate alınarak uygulanan BAHP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. Kriterlerin BAHP Ağırlıkları

Ana Kriter	Ana Kriter Ağırlıkları	Alt Kriter	Alt Kriter Kodu	Alt Kriterlerin Ağırlıkları	Alt Kriterlerin Ağırlık Sonuçları
Hafıza Kullanımı	0,213	Kullanılabilirlik	K1	0,45	0,096
		Güvenlik	K2	0,24	0,052
		Kapasite	K3	0,19	0,040
		Adapte Olabilirlik	K4	0,07	0,015
		Taşınabilirlik	K5	0,05	0,011
CPU Kullanımı	0,230	Veri Merkezi Konumu	K6	0,21	0,048
		Uygunluk	K7	0,17	0,039
		Birlikte Çalışabilirlik	K8	0,45	0,104
		Şeffaflık	K9	0,17	0,039
Tepki Süresi	0,167	İşlem Hızı	K10	0,20	0,033
		Veri Hızı	K11	0,29	0,048
		Ağ Gecikme Süresi	K12	0,51	0,085
Hizmet	0,224	Müşteri Memnuniyeti	K13	0,08	0,018
		Güvenirlilik	K14	0,46	0,103
		Performans	K15	0,46	0,103
Maliyet	0,167	İşlevsellik	K16	0,00	0,000
		Servis	K17	1,00	0,167

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesinde kriterlerin birbirleri ile karşılaştırması aşamasında uzmanların “daha fazla önemli”, “eşit önemli” ve “kuvvetli derecede önemli” gibi sözel ifadelerle başvurması BAHP yöntemini tercih edilmesine yol açmıştır. BAHP yöntemi, karmaşık problemleri sözel ifadelerle tanımlayarak problemin daha kolay ifade

edilebilmesine yardımcı olmaktadır. BAHP yönteminde elde edilen kriter ağırlıkları incelendiğinde, ilk sırada %16,7 oranında servis kriteri, ikinci sırada %10,4 ile birlikte çalışabilirlik kriterinin bulunduğu, %10,3 oranında ise güvenilirlik ve performans kriterlerinin takip ettiği görülmektedir. Ana kriterler açısından bakıldığında ise kriter ağırlıkları birbirlerine çok yakın olsa da %23 oranında CPU kullanımı kriterinin ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

4.6. COPRAS Yönteminin Uygulanması

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler dikkate alındığında, kriter önem dereceleri ve sıralamaları kullanılan yönteme göre farklılıklar göstermektedir. Örnek uygulama kapsamında, kriterlerin önem ve fayda derecelerini dikkate alarak, alternatiflerin sıralanması istenmektedir. Karar analizleri, problemde etkili olan kriterleri dikkate alarak çeşitli alternatifler arasında sıralama ve seçim yapma durumları ile ilişkilendirmektedir. Bu çalışmada, literatürde yer alan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan COPRAS yöntemi, kriterlerin minimum ve maksimum önem dereceleri dikkate alınarak alternatifler arasında optimal bir değerlendirme yaptığı için tercih edilmiştir (Çakır ve Karabıyık, 2017;417).

Çalışmada öncelikle, uzmanların ortak görüşlerinden yararlanılarak beş bulut hizmet sağlayıcısı için işlem hızı, veri hızı, ağ gecikme süresi ve performans kriterleri haricinde diğer kriterler subjektif olarak değerlendirilmiştir. İşlem hızı, veri hızı, ağ gecikme süresi ve performans kriterleri ise bulut hizmet sağlayıcıların yaptıkları yaklaşık 100 test sonucunun ortalama olarak sunduğu değerler ele alınmıştır. Karar matrisi Tablo 12’de gösterilmektedir.

Tablo 12. Karar Matrisi

Kriterler	Maks/Min	BAHP Kriter Ağırlıkları	ANP Kriter Ağırlıkları	BHS1	BHS2	BHS3	BHS4	BHS5
K1	Maks	0,096	0,081	8	5	7	6	4
K2	Maks	0,052	0,075	4	4	6	3	7
K3	Maks	0,040	0,053	3	5	2	6	8
K4	Maks	0,015	0,051	6	9	5	2	1
K5	Maks	0,011	0,009	2	5	6	8	3
K6	Maks	0,048	0,077	5	7	9	6	3
K7	Maks	0,039	0,1	1	4	8	6	7
K8	Maks	0,104	0,11	3	7	9	4	5
K9	Maks	0,039	0,018	5	6	3	9	2
K10	Maks	0,033	0,058	4,6	3,5	4,7	4,5	3,7
K11	Maks	0,048	0,079	5,6	4,7	5,7	5,4	4,8
K12	Min	0,085	0,091	0,3	0,5	0,2	0,5	0,8
K13	Maks	0,018	0,02	7	5	3	1	4
K14	Maks	0,103	0,041	6	3	9	4	7
K15	Min	0,103	0,06	1,3	1,1	1	1,5	0,98
K16	Maks	0,000	0,02	7	2	3	5	8
K17	Maks	0,167	0,057	8	5	4	2	3

Kriterler sırayla kullanılabilirlik (K1), güvenlik (K2), kapasite (K3), adapte olabilirlik (K4), taşınabilirlik (K5), veri merkezi konumu (K6), uygunluk (K7), birlikte çalışabilirlik (K8), şeffaflık (K9), işlem hızı (K10), veri hızı (K11), ağ gecikme süresi (K12), müşteri memnuniyeti (K13), güvenilirlik (K14), performans (K15), işlevsellik (K16), ve servis (K17) olarak isimlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin önemi vurgulanmıştır. Bu sebeple COPRAS yöntemi, kriterlerin ANP ve BAHP yönteminde elde edilen

kriterler ağırlıkları ele alınarak iki defa uygulanmış ve elde edilen alternatif sıralamaları karşılaştırılmıştır.

Tablo 12’de yer alan karar matrisine normalizasyon işlemleri yapılmış ve Tablo 13’teki normalize edilmiş karar matrisine ulaşılmıştır.

Tablo 13. Normalize Karar Matrisi

Kriter/Alternatif	BHS1	BHS2	BHS3	BHS4	BHS5
K1	0,267	0,167	0,233	0,2	0,133
K2	0,167	0,167	0,25	0,125	0,292
K3	0,125	0,208	0,083	0,25	0,333
K4	0,261	0,391	0,217	0,087	0,043
K5	0,083	0,208	0,25	0,333	0,125
K6	0,167	0,233	0,3	0,2	0,1
K7	0,038	0,154	0,308	0,231	0,269
K8	0,107	0,25	0,321	0,143	0,179
K9	0,2	0,24	0,12	0,36	0,08
K10	0,219	0,167	0,224	0,214	0,176
K11	0,214	0,179	0,218	0,206	0,183
K12	0,13	0,217	0,087	0,217	0,348
K13	0,35	0,25	0,15	0,05	0,2
K14	0,207	0,103	0,31	0,138	0,241
K15	0,221	0,187	0,17	0,255	0,167
K16	0,28	0,08	0,12	0,2	0,32
K17	0,364	0,227	0,182	0,091	0,136

Tablo 13’teki normalize edilmiş karar matrisindeki her bir kritere ait değerlerin, BAHF yönteminde elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılması sonucunda elde edilen ağırlıklandırılmış karar matrisi Tablo 14’te gösterilmektedir.

Tablo 14. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Kriter/Alternatif	BHS1	BHS2	BHS3	BHS4	BHS5
K1	0,026	0,016	0,022	0,019	0,013
K2	0,009	0,009	0,013	0,007	0,015
K3	0,005	0,008	0,003	0,01	0,013
K4	0,004	0,006	0,003	0,001	0,001
K5	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001
K6	0,008	0,011	0,014	0,01	0,005
K7	0,002	0,006	0,012	0,009	0,011
K8	0,011	0,026	0,033	0,015	0,019
K9	0,008	0,009	0,005	0,014	0,003
K10	0,007	0,006	0,007	0,007	0,006
K11	0,01	0,009	0,01	0,01	0,009
K12	0,011	0,018	0,007	0,018	0,03
K13	0,006	0,005	0,003	0,001	0,004
K14	0,021	0,011	0,032	0,014	0,025
K15	0,023	0,019	0,018	0,026	0,017
K16	0	0	0	0	0
K17	0,061	0,038	0,03	0,015	0,023

COPRAS yönteminin devam eden adımlarında, Tablo 14’te yer alan ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki kriterler; K12 (ağ gecikme süresi) ve K15 (performans) faydasız kriterler olarak belirlenirken, geriye kalan kriterler ise faydalı kriterler olarak belirlenmiştir.

Her bir alternatif için ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (Tablo 14) değerlerinin faydalı kriter toplamı (S_{i+}) ve faydasız kriterlerin toplamı (S_{i-}) hesaplanmıştır. Her bir alternatife ait göreceli önem değerleri (Q_i), faydalı ve faydasız kriter toplamları kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen (S_{i+}), (S_{i-}) ve (Q_i) değerleri Tablo 15’te gösterilmektedir. Tablo 15’teki (Q_i) değerleri incelendiğinde, ($Q_{max} = 0,246$) değeri ile BHS3 olduğu görülmektedir.

Tablo 15. (S_{i+}), (S_{i-}) ve (Q_i) Değerleri

Alternatif	S_{i+}	S_{i-}	Q_i
BHS1	0,178	0,034	0,218
BHS2	0,161	0,038	0,197
BHS3	0,192	0,025	0,246
BHS4	0,135	0,045	0,165
BHS5	0,146	0,047	0,175

COPRAS yönteminin son adımı olan performans indeks değerleri her bir alternatif için hesaplanmış ve Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16. (P_i) Değerleri-1

Alternatif	Performans indeksi (P_i)
BHS1	88,618
BHS2	79,876
BHS3	100,000
BHS4	67,239
BHS5	71,088

BAHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları dikkate alınarak uygulanan COPRAS yönteminde, bulut hizmet sağlayıcı sıralaması; BHS3, 100 performans indeks değeri ile ilk sırada, BHS1, 88,618 performans indeks değeri ile ikinci sırada yer alırken, BHS4 ise 67,329 performans indeks değeri ile son sırada yer almaktadır.

ANP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak (Tablo 12), COPRAS yöntem adımları tekrar uygulanmıştır. Elde edilen performans indeks değerleri (P_i) Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17. (P_i) Değerleri-2

Alternatif	Performans indeksi (P_i)
BHS1	78,261
BHS2	80,955
BHS3	100,000
BHS4	71,446
BHS5	74,127

Tablo 17’e göre BHS3, 100 performans indeks değeri ile ilk sırada, BHS2, 80,955 performans indeks değeri ile ikinci sırada yer alırken, BHS4 ise 71,446 performans indeks değeri ile son sırada yer almaktadır.

Tablo 16 ve Tablo 17 alternatiflerin performans indeks değerleri (P_i) incelendiğinde BHS3 bulut hizmet sağlayıcısının ilk sırada çıkması, belirlenen kriterlere göre en iyi bulut hizmet sağlayıcısı olduğunu göstermektedir. Tüm sıralamalar incelendiğinde ise kriter ağırlıklarının bulut hizmet sağlayıcı seçiminde en önemli etken olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma kapsamında, ortak uzman görüşleri ile değerlendirmeler yapılmış olsa da kriterlerin kendi aralarındaki iç ve dış bağımlılıkları dikkate alınarak değerlendirilmesinin ve kriterler arası karşılaştırmalarda uzmanların net değerlerden ziyade sıklıkla sözel ifadelerle başvurması durumu dikkate alınarak iki yöntem kullanılmasının farklı

seçimlere yönlendirdiği görülmektedir. Bu çalışmayı örnek olarak uygulayacak karar vericilerin, kriterlerin kendileri arasındaki bağımlılıklarını doğru tespit etmeleri çok önemlidir.

4.7. Sonuçların Değerlendirilmesi

Orta ölçekli şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde karşılaştıkları problemler dikkate alınarak, bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler Uslu vd. (2019a) çalışmasında belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen 5 ana kriter ve 17 alt kriterin birbirleri arasındaki bağımlılıkları dikkate alınmış ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden ANP yöntemi uygulanmıştır.

Literatürde ve Uslu vd. (2019a) çalışmasında ele alınan kriterler incelenmiş ve 7 uzmanın ortak görüşleri doğrultusunda bu çalışmada tekrar yorumlanmıştır. Kriterler arasında önem derecelerini belirleme aşamasında kesin değerler kullanılamaması ve daha çok sözel ifadelerle başvurulması çalışmada bulanık mantığın kullanılmasına yol açmıştır. AHP yöntemi mantığı ile çalışması, kolay anlaşılabilir ve çözülebilir olması BAHP yönteminin tercih edilmesine sebep olmuştur. Tablo 18’de ANP ve BAHP yönteminde elde edilen kriter ağırlıkları gösterilmektedir.

Tablo 18. Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması

Ana Kriter	Ana Kriter Ağırlıkları		Alt Kriter	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlık Sonuçları	
	ANP	BAHP			ANP	BAHP
Hafıza Kullanımı	0,269	0,213	Kullanılabilirlik	K1	0,081	0,096
			Güvenlik	K2	0,075	0,052
			Kapasite	K3	0,053	0,040
			Adapte Olabilirlik	K4	0,051	0,015
			Taşınabilirlik	K5	0,009	0,011
CPU Kullanımı	0,305	0,230	Veri Merkezi Konumu	K6	0,077	0,048
			Uygunluk	K7	0,1	0,039
			Birlikte Çalışabilirlik	K8	0,11	0,104
			Şeffaflık	K9	0,018	0,039
Tepki Süresi	0,227	0,167	İşlem Hızı	K10	0,058	0,033
			Veri Hızı	K11	0,079	0,048
			Ağ Gecikme Süresi	K12	0,091	0,085
Hizmet	0,122	0,224	Müşteri Memnuniyeti	K13	0,02	0,018
			Güvenirlilik	K14	0,041	0,103
			Performans	K15	0,06	0,103
Maliyet	0,077	0,167	İşlevsellik	K16	0,02	0,000
			Servis	K17	0,057	0,167

Kriterlerin kendi aralarındaki bağımlılıkları dikkate alındığında BAHP ve ANP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıklarında farklılıklar olsa da CPU kullanımının ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Alt kriterler incelendiğinde, ANP yönteminde ilk sırada %11 oranında birlikte çalışabilirlik kriterinin bulunduğu ve %10 oranında uygunluk, yaklaşık %9 oranında ağ gecikme süresi kriterinin takip ettiği görülmektedir. BAHP yönteminde ise bu sıralama %16,7 oranında servis, %10,4 oranında birlikte çalışabilirlik ve %10,3 oranında güvenirlilik ve performans kriteri şeklindedir.

Uslu vd. (2019a) çalışmasında, uzmanların yardımı ile kriterlerin birbirleri arasındaki iç ve dış bağımlılıklarını ANP yönteminin ağ yapısı oluşturma adımında belirlemişlerdir. ANP yönteminde kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılıkları dikkate alınarak değerlendirme yapıldığında, servis kriteri,

işlevsellik, performans, ağ gecikme süresi, veri hızı, işlem hızı kriterleri birbirlerini etkilerken performans kriterinin, veri merkezi konumu, taşınabilirlik, ağ gecikme süresi, müşteri memnuniyeti gibi kriterleri etkilediği görülmektedir.

BAHP yönteminde ise kriterlerin birbirlerine göre öncelik sıralamasının sözel ifadelerle başvurularak yapılmasından dolayı iki yöntemin uygulama sonucunda elde edilen kriter ağırlıklarında ve sıralamalarında farklılıklar bulunmaktadır.

Her iki yöntemde de CPU kullanımı kriterinin ilk sırada olması, CPU kriterinin orta ölçekli şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde diğer kriterlere göre ön planda olması gerektiğini ifade etmektedir. Kriterlerin genel kriter ağırlıkları incelendiğinde şirketler kendilerine uygun bulut hizmet sağlayıcısı seçebilmeleri için öncelikle bu seçimde etkili olan kriterleri çok iyi belirlemeli ve problemi iyi analiz etmelidir.

COPRAS yöntemi ile ANP ve BAHP yöntemlerinde elde edilen kriter ağırlıkları faydalarına göre bir değerlendirme yapılarak beş bulut hizmet sağlayıcısının performansları ölçülmüş ve performans ölçütlerine göre alternatif sıralaması yapılmıştır. BAHP-COPRAS yönteminde elde edilen bulut hizmet sağlayıcı sıralaması BHS3- BHS1-BHS5-BHS2- BHS4 iken, ANP-COPRAS yönteminde sıralama BHS3- BHS2-BHS5-BHS1- BHS4 şeklindedir. Her iki yöntemde de ilk sırada BHS3 yer aldığından dolayı en iyi bulut seçimi BHS3'tür. Diğer alternatifler incelendiğinde ise, kriterlerin değerlendirme yöntemlerinin farklı olması nedeni ile alternatif sıralamalarında değişiklikler görülmektedir. Bu yüzden, karar vericiler, bulut hizmet sağlayıcı seçiminde kriterleri ve kriterlerin önem ilişkilerini doğru tespit etmeli ve en uygun yöntemi seçmelidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİ

Bulut hizmet sağlayıcılar gerek şirket gerekse bireysel kullanıcıların istedikleri alan kadar ödeme yaparak verilerini saklayabildiği, güncelleyebildiği ve istediği zaman erişme imkanı sunan bir platforma sahiptir. Bu durum gereksiz maliyet ve zamandan kaçınmayı sağladığı için birçok kullanıcının ilgisini çekmiş ve günümüzün en önemli konularından biri haline gelmiştir. Bulut hizmetin sunduğu özelliklerin yanı sıra daha az maliyet ve zaman kazanımının olması kullanıcılar açısından bulut hizmete olan ilginin artması ve buna istinaden bulut hizmet sağlayıcıların sayısı ve sunduğu özelliklerin arttığı gözlemlenmiştir.

Orta ölçekli şirketler bulut hizmet sağlayıcısı kiralamak istediklerinde karşılaştıkları birçok faktörün değerlendirmesinde zorlandıkları ve durumun karmaşık bir problem haline geldiği görülmüştür. Bulut hizmet sağlayıcısı kiralamak isteyen şirketler öncelikle istedikleri özellikleri belirlemeli ve değerlendirmelidirler. Aksi takdirde, taşıma maliyeti, bakım maliyeti, zaman kaybı ve işlem yetersizliği gibi etkenler ile karşılaşacaklardır.

Bu çalışmada, bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi amacıyla, kriterler birbirleri arasında karşılaştırılarak kriter öncelikleri belirlenmiştir. Gerçek hayat problemlerinde karşılaşılan bazı durumlarda karar vericilerin kriterleri net değerlerin aksine sözel ifadeler ile tanımlaması ve problemin karmaşık olması bulanık mantık kullanımına yol açmaktadır. Ele alınan problemde kriterlerin birbirlerine yakın olması ve uzmanların değerlendirme aşamasında “daha fazla önemli”, “kuvvetli derecede önemli” ve “tamamıyla önemli” gibi sözel ifadelerle başvurması bulanık mantık yöntemlerinden BAHP yönteminin kullanılmasına yönelmiştir. BAHP yöntemi, karar vericilerin kullandığı sözel ifadeleri üçgensel bulanık sayılara çevirerek, çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHP yöntemi uygulama adımlarını kullanmaktadır. Bu durum uzmanlar için problemin daha kolay anlaşılabilir olmasını ve kolay çözüme ulaşılabilirliğini sağlamaktadır. BAHP yönteminde elde edilen sıralama incelendiğinde, birlikte çalışabilirlik, kullanılabilirlik, güvenilirlik ve performans kriterlerinin ilk üçte yer aldığı görülmektedir. İlk üç sıralama dikkate alındığında, bulut hizmet sağlayıcısının verileri sınıflandırma, etkinlik düzeyleri ve sunulan servis gibi yetkinliklerin öncelikli olması gerektiği, iş gereksinimlerine göre diğer bulut hizmet alanlarına geçiş sağlamanın ve bulut hizmet sağlayıcısının veri saklama konusunda güvenilirliği ve veri okuma/yazma süresinin en önemli seçim şartları olduğu yorumlanmaktadır.

Uslu vd. (2019a) çalışmasında kriterlerin birbirleri ile bağılılıkları dikkate alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden ANP yöntemi kullanılmış ve kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Bu çalışmada ise kriterlerin değerlendirme aşamasında uzmanların sözel ifadeler kullandığında karşılaştıkları kriter ağırlıkları belirlenmiş ve Uslu vd. (2019a) çalışmasındaki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda bulut hizmet sağlayıcı kiralamak isteyen orta ölçekli bir şirketin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterleri belirledikten sonra kriterlerin kendi ihtiyaçlarına göre önemini belirlemesinin yanı sıra kriter değerlendirme sürecinde, sözel ifade kullanımı söz konusu ise bulanık yöntemlerin de kullanılması gerektiği sonucunda varılmıştır. Bu sonuçla birlikte, her iki yöntemde de CPU kullanımı kriterinin ilk sırada yer aldığı gözlemlenmiş olup şirketlerin bulut hizmet değerlendirme aşamasında bu kritere diğer kriterlerden daha fazla önem vermesi gerektiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, ANP ve BAHP kriter ağırlıklarının minimum ve maksimum önem ve fayda derecelerini dikkate alınarak, belirlenen bulut hizmet sağlayıcıları arasında optimal bir değerlendirme yapılabilmesi için COPRAS yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen ANP-COPRAS ve BAHP-COPRAS alternatif sıralamaları incelendiğinde her iki yöntemde de ilk sırada yer alan bulut hizmet sağlayıcısı aynı olsa da diğer sıralamalarda farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma kapsamında, bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için ANP ve BAHP yönteminde elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak alternatif sıralaması ve öncelik değerleri belirlenmiştir. Kriterlerin minimum ve maksimum önem ve fayda derecelerini dikkate alınarak alternatifler arasında optimal bir değerlendirme yapılabilmesi nedeniyle bulut hizmet sağlayıcı sıralama probleminde COPRAS yöntemi kullanılmıştır.

İleride yapılacak çalışmalarda, bu çalışma göz önünde tutulduğunda kriterler arasındaki bağılılıklar ve uzmanların sözel ifadeler ile tanımlamasına dikkat edilerek, BANP, BTOPSIS, BPROMETHEE gibi bulanık yöntemler veya sezgisel yöntemler ile entegre olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, M., Amgoth, T. (2018). "Heuristic-Based Load-Balancing Algorithm for IaaS Cloud". *Future Generation Computer Systems*, 81, 156-165.
- Ahmed, A.I.A., Khan, S., Gani, A., Ab Hamid, S.H., Guizani, M. (2018). "Entropy-Based Fuzzy AHP Model for Trustworthy Service Provider Selection in Internet of Things". *In 2018 IEEE 43rd Conference on Local Computer Networks (LCN)*, 606-613.
- Alam, K.A., Ahmed, R., Butt, F.S., Kim, S.G., Ko, K.M. (2018). "An Uncertainty-Aware Integrated Fuzzy AHP-WASPAS Model to Evaluate Public Cloud Computing Services". *Procedia Computer Science*, 130, 504-509.
- Armutlu, H., Akçay, M. (2015). "Bulut Bilişim Uygulamalarında Amazon Web Servisleri Hizmetlerinin ve Javascript Dilinin Birlikte Kullanımı". *XVII. Akademik Bilişim Konferansı*.
- Basu, A., Ghosh, S. (2018). "Implementing Fuzzy TOPSIS in Cloud Type and Service Provider Selection". *Advances in Fuzzy Systems*, 2018, 1-12.
- Chang, D.Y. (1996). "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP". *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Choi, C.R, Jeong, H.Y. (2014). "Quality Evaluation and Best Service Choice for Cloud Computing Based On User Preference and Weights of Attributes Using the Analytic Network Process. *Electron". Commer. Res.*, 14, 3, 245-270.
- Çakir, E., Karabiyik, B. K. (2017). "Bütünleşik SWARA-COPRAS Yöntemi Kullanarak Bulut Depolama Hizmet Sağlayıcılarının Değerlendirilmesi". *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 417-434.

- Çalik, A. (2020). “A Novel Pythagorean Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methodology for Green Supplier Selection in the Industry 4.0 Era”. *Soft Computing*, 1-13.
- Eren, T., Gür, Ş. (2018). “Ameliyathanelerin Performanslarına Etki Eden Faktörlerin Bulanık AHP ile Değerlendirmesi”. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(3), 197-204.
- Garber, D., Malik, J., Fazio, A. (2013). “Windows Azure Hybrid Cloud”. Indianapolis, Indiana: *John Wiley & Sons, Inc.*
- Godse, M., Mulik, S. (2009). “An Approach for Selecting Software-As-AService (Saas) Product”. In *2009 IEEE International Conference on Cloud Computing*, 155-158.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., Eren, T. (2017). “Ankara'da Monoray Projelerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemleri ile Seçimi”. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 23(4), 437-443.
- Hamurcu, M., Eren, T. (2017). “Kent için Ulaşım için Bulanık AHP Tabanlı VIKOR Yöntemi ile Proje Seçimi”. *Engineering Sciences*, 13(3), 217-228.
- Hezer, S., Gelmez, E., Özceylan, E. (2021). “Comparative Analysis of TOPSIS, VIKOR and COPRAS Methods for the COVID-19 Regional Safety Assessment”. *Journal of Infection and Public Health*. 14(6), 775-786.
- Keskin, N., Kiran, A.N., Eğdemir, F.K., Eren, T. (2020). “Bulut Bilişim Güvenlik Gereksinimlerine Göre Çok-Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Hizmet Sağlayıcı Seçimi”. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*, 6(1), 45-60.
- KOSGEB, (2018). “Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkında Yönetmelik”, Ankara: KOSGEB Yayınları, <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/detay/5560/mevzuat>, (13.07.2021).
- Kumari, R., Mishra, A. R. (2020). “Multi-Criteria COPRAS Method Based on Parametric Measures for Intuitionistic Fuzzy Sets: Application of Green Supplier Selection”. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering*, 44(4), 1645-1662.
- Le, S., Dong, H., Hussain, F. K., Hussain, O. K., Ma, J., Zhang, Y. (2014). “Multicriteria Decision Making With Fuzziness and Criteria Interdependence in Cloud Service Selection”. In *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 1929–1936.
- Ly, P. T. M., Lai, W. H., Hsu, C. W., Shih, F. Y. (2018). “Fuzzy AHP Analysis of Internet of Things (IOT) In Enterprises”. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 1-13.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., Ghalsasi, A. (2011). “Cloud Computing: The Business Perspective”. *Decision Support Systems*, 51(1), 176-189.
- Marinos, A., Briscoe, G. (2009). “Community Cloud Computing”. In *IEEE International Conference on Cloud Computing*, 5931, 472-484.
- Mousavi-Nasab, S. H., Sotoudeh-Anvari, A. (2017). “A Comprehensive MCDM-Based Approach Using TOPSIS, COPRAS and DEA as an Auxiliary Tool for Material Selection Problems”. *Materials & Design*, 121, 237-253.
- Namasudra, S., Roy, P., Balusamy, B. (2017). “Cloud Computing: Fundamentals and Research Issues”. In *2017 Second International Conference on Recent Trends and Challenges in Computational Models*, 7-12.
- Ömürbek, N., Eren, E. (2019). “PROMETHEE, MOORA ve COPRAS Yöntemleri ile Oran Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Bir Uygulama-Evaluation of The Results of The Rate Analysis with Promethee, MOORA and COPRAS Methods: An Application”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 174-187. 2019.

- Ömürbek, V., Aksoy, E., Akçakanat, Ö. (2017). “Bankaların Sürdürülebilirlik Performanslarının ARAS, MOOSRA ve COPRAS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8(19), 14-32. 2017.
- Papathanasiou J., Kostoglou, V., Petkos, D. (2015). “A Comparative Analysis Of Cloud Computing Services Using Multicriteria Decision Analysis Methodologies”, *International Journal of Information and Decision Sciences*, 7, 1, 51–70.
- Sajid, M., Raza, Z. (2013). “Cloud Computing: Issues & Challenges”. In *International Conference on Cloud, Big Data and Trust*, 20(13), 13-15.
- Sanaj, M.S., Prathap, P.J. (2020). “Nature Inspired Chaotic Squirrel Search Algorithm (CSSA) For Multi Objective Task Scheduling in an IaaS Cloud Computing Atmosphere”. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 23(4), 891-902.
- Shawish, A., Salama, M. (2014). “Cloud Computing: Paradigms and Technologies”. In *Intercooperative Collective Intelligence: Techniques And Applications*, 495, 39-67.
- Simon, J., Trojanova, M., Zbihlej, J., Sarosi, J. (2018). “Mass Customization Model In Food Industry Using Industry 4.0 Standard With Fuzzy-Based Multi-Criteria Decision Making Methodology”. *Advances in Mechanical Engineering*, 10 (3), 1-10.
- Singla, C., Kaushal, S. (2015). “Cloud Path Selection Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process For Offloading In Mobile Cloud Computing”. In *2015 2nd International Conference On Recent Advances In Engineering Computational Sciences*, 1-5.
- Sun, C.C. (2010). “A Performance Evaluation Model by Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods”. *Expert Systems with Applications*, 37 (12), 7745-7754.
- Sun, L., Dong, H., Hussain, F.K., Hussain, O.K., Chang, E. (2014). “Cloud Service Selection: State-Of-The-Art and Future Research Directions”. *Journal of Network and Computer Applications*, 45, 134-150.
- Tripathi, A., Jalil, M.S. (2013). “Data Access and Integrity with Authentication in Hybrid Cloud”. *Oriental International Journal of Innovative Engineering Research*, 1 (1), 30.
- Tripathi, A., Pathak, I., Vidyarthi, D.P. (2017). “Integration of Analytic Network Process with Service Measurement Index Framework for Cloud Service Provider Selection”. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 29 (12), 1-125.
- Ur Rehman, Z., Hussain, O.K., Hussain, F.K. (2011). “Towards Multi-Criteria Cloud Service Selection”. In *2011 Fifth International Conference On Innovative Mobile And Internet Services In Ubiquitous Computing*, 44-48.
- Uslu B. (2020). Bulut Hizmet Sağlayıcılarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırıkkale.
- Uslu, B., Eren, T., Gür, Ş. (2019a). “Bulut Hizmet Sağlayıcı Seçiminde Etkili Olan Kriterlerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi”. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 5(1), 31-51.
- Uslu, B., Gür, Ş., Eren, T., Özcan, E.C. (2019b). “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Bulut Hizmet Sağlayıcı Sıralaması”. *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, 6 (1), 20-34.
- Vatansever, K., Uluköy, M. (2013). “Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık Ahp ve Bulanık Moora Yöntemleriyle Seçimi: Üretim Sektöründe Bir Uygulama”. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 274-293.
- Yasrab, R. (2018). “Platform-As-A-Service (PaaS): The Next Hype of Cloud Computing”. *Arxiv Preprint Arxiv: 1804*, 10811,1-21.

- Yildirim, B., Önay, O. (2013). “Bulut Teknolojisi Firmalarının Bulanık AHP–MOORA Yöntemi Kullanılarak Sıralanması.” *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 24 (75), 59-81.
- Zhang, B., Zou, Z., Liu, M. (2011). “Evaluation on Security System of Internet of Things Based On Fuzzy-AHP Method”. *In 2011 International Conference on E-Business and E-Government (ICEE)*. 1-5.
- Zissis, D., Lekkas, D. (2012). “Addressing Cloud Computing Security Issues”. *Future Generation Computer Systems*, 28(3), 583-592.