



GAZİANTEP UNIVERSITY JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Journal homepage: <http://dergipark.org.tr/tr/pub/jss>



Araştırma Makalesi • Research Article

Bulut Hizmet Sağlayıcısı Seçimi için ROC ve CODAS Tekniklerinin Uygulanması

Application of ROC and CODAS Techniques for Cloud Service Provider Selection

Rahmi BAKİ^{a*}

^aDr. Öğr. Üyesi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray / TÜRKİYE
ORCID: 0000-0003-0981-5006

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 5 Mayıs 2021

Kabul tarihi: 25 Ağustos 2021

Anahtar Kelimeler:

Bulut bilişim,
Bulut servis sağlayıcı,
Çok kriterli karar verme,
ROC,
CODAS

ARTICLE INFO

Article History:

Received May 5, 2021

Accepted August 25, 2021

Keywords:

Cloud computing,
Cloud service provider,
Multi-criteria decision making,
ROC,
CODAS

ÖZ

Bulut hizmetlerinin yaygınlaşması nedeniyle, bulut hizmet sağlayıcılarının seçimi firmalar için önemli bir sorun haline gelmiştir. Firmaların kendi beklenti ve ihtiyaçlarını karşılayabilecek en uygun hizmet sağlayıcısını belirleyebilmeleri stratejik bir karar verme problemidir. Bir firma için en etkili hizmet sağlayıcının seçilmesi, firmanın stratejilerine, ihtiyaçlarına ve kaynaklarına dayanan çok sayıda kriterle bağlıdır. Bu yüzden mevcut çalışmada Rank Order Centroid (ROC) ve Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) tekniklerine dayalı entegre bir karar modeli geliştirilmiştir. Uygulamanın birinci aşamasında ROC yöntemi aracılığıyla kriterler değerlendirilmiş, ikinci aşamasında CODAS tekniği kullanılarak hizmet sağlayıcıları sıralanmıştır. Önerilen modelin etkinliği bulut hizmet sağlayıcısı seçmek isteyen bir yazılım şirketinde test edilmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçların hizmet sağlayıcılarına ve gereksinimlerini karşılayabilecek bulut hizmet sağlayıcılarını seçmek isteyen kuruluşlara katkı sağlaması beklenmektedir.

ABSTRACT

Due to the widespread use of cloud services, the choice of cloud service providers has become an important problem for companies. It is a strategic decision-making problem for companies to determine the most suitable service provider that can meet their expectations and needs. Choosing the most effective service provider for a firm depends on numerous criteria based on the firm's strategies, needs and resources. Therefore, in the present study, an integrated decision model based on Rank Order Centroid (ROC) and Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) techniques has been developed. In the first stage of the application, the criteria were evaluated using the ROC method, and the service providers were listed using the CODAS technique in the second stage. The effectiveness of the proposed model has been tested by a software company that wants to select a cloud service provider. The results of the research are expected to contribute to service providers and firms that want to select cloud service providers that can meet their needs.

* Sorumlu yazar/Corresponding author.
e-posta: rahmi.baki@hotmail.com

EXTENDED ABSTRACT

Cloud computing is a model that can provide access to the common pool of information resources at any time with a low level of effort. According to another definition, cloud computing is an application that can store data over web services and approve common information access. Considered one of the most important milestones of digital life, cloud computing has become a priority among companies' strategies due to its lowering costs and its positive impact on employment. Thanks to the developing internet technology, users prefer cloud computing technologies instead of classical information technology infrastructures. Cloud computing has features such as having a user-centric interface, accessing resources at the desired time, and providing hardware and performance quality to users. Small, medium or large companies can all benefit from cloud computing services. It is possible to access cloud computing services over the internet via any device without the need for software.

The innate advantages of cloud computing have moved organizations that want to make their processes effective at minimum cost to cloud infrastructures. In recent years, competition in the cloud computing market has increased and many cloud service providers have started to serve. This situation makes it difficult for organizations to choose the most suitable cloud service provider for corporate business processes and consumer demands. Organizations should be careful in choosing the most suitable service provider according to their needs. Cloud service provider selection is a Multiple Criteria Decision Making (MCDM) problem that is affected by many factors. The use of MCDM techniques in the selection process makes the problem traceable and facilitates the solution of the problem.

In the study, it was aimed to develop a hybrid MCDM model for cloud service provider selection and evaluation. For this purpose, a two-step approach based on Rank Order Centroid (ROC) and Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) techniques is presented. In the first stage of the application, the weights of the criteria used in cloud service provider selection were determined using the ROC technique, and the alternatives were listed using the CODAS technique in the second stage. Although it is seen in the literature review that the cloud service provider selection process of companies is analysed using different MCDM in many studies, there is no study in which ROC and CODAS techniques are used. In the study, an approach has been developed for the cloud service provider selection process of a software company using these two techniques.

In the study, the weights of the criteria were determined by adopting the ROC method. In this approach, criterion weights are obtained by determining the center of all possible weights that preserves the rank order of objective importance, through the estimation of the weights that minimizes the maximum error of each weight. In the method, the weights of all possible parameters are estimated by preserving the importance order of the parameters, and the weights are calculated by minimizing the maximum error. In this approach, the partial forms of information about self-qualitative weights and partial ranking information are considered to be a simple, effective and convenient application tool since they are institutionally generalized. In the technique, weights reflect the center of mass and using more criteria results in fewer errors for sequential criteria.

In the second stage of the application, alternatives are listed through the CODAS method. CODAS is a MCDM technique based on the distance of the alternatives to the negative ideal solution. At the distances to the negative ideal solution, Euclidean and Taxicab distances are taken into account. The first measurement used for this purpose is Euclid, which is the negative ideal of the alternatives, and the second measurement is the Taxicab distance. The alternative, which has a greater distance from the negative ideal solution than the method, is more attractive.

In the study, a decision-making group consisting of 6 experts with over 5 years of experience in a software company was determined. Decision maker group; It consists of the General Manager Responsible for Information Technologies, Software System Engineer, Hardware System Engineer, Technical Infrastructure and System Specialist, Project Coordinator and Sales Manager. Decision makers evaluated 4 different cloud service providers by considering 8 criteria. These criteria are; Reliability, Storage Capacity, Availability, Support, Cost, Privacy, Performance and Flexibility. In the first phase of the application, the weights of the criteria that are effective in the selection of cloud service providers were determined through the ROC technique, through the evaluations made by the experts. In the second stage, cloud service providers are listed using the CODAS technique. The steps of the application followed in the study are given below.

Decision makers with experience in the sector were asked to evaluate the importance of the criteria determined first. Then, cloud service providers were evaluated in the perspective of these criteria. In the study, it was determined that the effective criteria for cloud service providers are performance, availability, cost and reliability. In terms of the criteria determined, the most effective alternative has been determined and the alternatives have been listed.

The findings of the study are expected to contribute to cloud service providers who want to improve their service capacity and gain competitive advantage, and to companies that want to identify cloud service providers that can meet their needs. Research can be developed by diversifying the number of criteria by which cloud service providers can be evaluated in future studies. In addition, the current study can be tested using different MCDM techniques. For example, choosing AHP, BWM or FUCOM techniques in order to determine the importance of the criteria is a research subject that can contribute to the literature.

Giriş

Sunduğu teknolojik imkanlarla hizmet ve ürün sunumunda yeni yöntemler sağlayan bulut teknolojileri, günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Paunović vd., 2018). Bulut bilişimin doğuştan gelen avantajları minimum maliyetle süreçlerini etkin hale getirmek isteyen kuruluşları bulut altyapılara taşımıştır (Chang, Walters ve Wills, 2016). Bunun sonucunda bulut bilişim pazarında rekabet artmış ve çok sayıda bulut hizmet sağlayıcısı hizmet vermeye başlamıştır. Bu durum kuruluşların kurumsal iş süreçlerine ve tüketici taleplerine en uygun bulut hizmet sağlayıcısı seçimini zorlaştırmaktadır (Alam vd., 2018). Kuruluşlar ihtiyaçlarına göre en uygun hizmet sağlayıcısının seçimi konusunda dikkatli olmalıdır. Bulut hizmet sağlayıcısı seçimi, pek çok faktörden etkilenen bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. Seçim sürecinde ÇKKV tekniklerinin kullanılması, problemi izlenebilir bir hale getirir ve problemin çözümünü kolaylaştırır (Lee ve Seo, 2016).

Yapılan çalışmada bulut hizmet sağlayıcısı seçimi ve değerlendirilmesi için hibrit bir ÇKKV modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Rank Order Centroid (ROC) ve Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) tekniklerine dayalı iki aşamalı bir yaklaşım sunulmuştur. Uygulamanın birinci aşamasında ROC tekniği kullanılarak bulut hizmet sağlayıcısı seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş, ikinci aşamasında ise CODAS tekniği kullanılarak alternatifler sıralanmıştır. ROC ağırlıklar hakkında sıralama bilgilerini genelleştiren, basit, etkili ve uygun bir araç olup, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kabul görmüş bir tekniktir (Barron ve Barrett, 1996). CODAS, ölçüm birimleri birbirinden farklı olan çok sayıdaki kriterin birlikte göz önünde bulundurularak çeşitli alternatiflerin değerlendirilmesi için kullanılan ve alternatiflerin negatif ideal çözüme uzaklıklarını dikkate alan hesaplamalara dayalı etkin bir ÇKKV tekniğidir (Ghorabae vd., 2016). Mevcut çalışmada, bulut hizmet sağlayıcısı seçim süreci bir ÇKKV problemi olarak modellenmiş ve iki aşamalı hibrit bir yaklaşım önerilmiştir. Böylece kriter ağırlıklarının belirlenmesinde ve alternatiflerin sıralanmasında spesifik yöntemlerin tercih edilmesinin çözüm etkinliğini artırması hedeflenmiştir. Ayrıca yapılan literatür taramasında bulut hizmet sağlayıcısı seçimi için söz konusu yöntemlerin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmada bir yazılım şirketinde deneyim sahibi 6 karar vericiden oluşan bir uzman grubu oluşturulmuştur. Karar vericilerden 8 kriteri ve 4 bulut hizmet sağlayıcısını değerlendirmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonucunda bulut hizmet sağlayıcıları etkinliklerine göre sıralanmıştır.

Literatür Taraması

Bulut bilişim, düşük seviyede bir yönetim çabası ile ayarlanabilir bilişim kaynaklarının ortak havuzuna her yerden, etkin bir biçimde ve arzu edildiği zaman erişim sağlayabilen bir modeldir (Hogan vd., 2011). Bir başka tanıma göre bulut bilişim, web servisleri üzerinden veri depolayabilen ve ortak bilgi erişimine onay veren bir uygulamadır (Küçüksille, Özger ve Genç, 2013). Dijital yaşamın en önemli dönüm noktalarından biri kabul edilen bulut bilişim, maliyetleri azaltması ve istihdama yönelik pozitif etkisi nedeniyle firmaların stratejileri arasında öncelikli yerini almıştır (Henkoğlu ve Külcü, 2013). Kullanıcılar gelişen internet teknolojisi sayesinde klasik bilgi teknolojileri altyapıları yerine bulut bilişim teknolojilerini tercih etmektedir. Bulut bilişim, kullanıcı merkezli ara yüze sahip olma, kaynaklara arzu edilen zamanda erişilebilmesi, kullanıcılara donanım ve performans kalitesinin sunulması gibi özelliklere sahiptir (Turan, 2014). Küçük, orta veya büyük ölçekli firmaların hepsi bulut bilişim hizmetlerinden faydalanabilmektedir. Bulut bilişim, kullanıcılarına bilgi paylaşımlarını arttıracak biçimde yazılım ve servisler geliştirmelerine imkân sağlar (Aytekin, Erdoğan ve Kavalcı, 2016).

Günümüz iş dünyasında kullanımı gittikçe artan ve firmalar için stratejik bir öneme sahip olan bulut bilişim teknolojileri hakkında yakın zamanda pek çok araştırma yapılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde, bulut hizmet sağlayıcılarını değerlendirmek, sıralamak ve kullanıcıların bulut hizmet sağlayıcıları kabulünü etkileyen faktörleri belirlemek için yapılan güncel çalışmalara yer verilmiştir.

Choi ve Jeong (2014), ANP yöntemi aracılığıyla kullanıcının kalite tercihine göre her kalite özelliği için öncelik ağırlıklarını hesaplayan ve bulut bilişim hizmetinin seçimindeki ağırlıkları yansıtan bir sistem geliştirmiştir. Çalışmada bulut bilişim hizmetleri için gerçek kalite değerlendirmesine uygulanabilecek somut bir yöntem sunulması amaçlanmıştır. Önerilen değerlendirme sistemi, farklı özelliklere sahip bulut bilişim hizmetlerinin genel kalite puanını hesaplar ve kullanıcıların en iyi bulut hizmetini seçmesine imkân sağlar. Fan, Yang ve Pei (2014), bulut hizmeti güvenilirlik değerlendirmesi için iki aşamalı bir değerlendirme modeli önermiştir. İlk aşamada bulut hizmet sağlayıcılarının niteliklerinin önemi ve performansı arasındaki boşluklar tespit edilmiş, ikinci aşamada niteliklerin boşluk puanları analiz edilmiştir. Önerilen yöntem ile bulut hizmet güvenilirliğinin farklı açılardan incelenebilmesi için kullanışlı bir analiz aracı sağlanması amaçlanmıştır. Gutierrez, Boukrami ve Lumsden (2015), teknoloji-organizasyon-çevre perspektifinde bulut bilişimi benimseme kararını etkileyen faktörleri regresyon analizi aracılığıyla belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada 257 bilgi teknolojisi uzmanından toplanan veriler analiz edilmiştir. Analiz sonucunda incelenen sekiz faktörden dördünün bulut bilişim benimsenme kararı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu kilit faktörler rekabet baskısı, karmaşıklık, teknoloji hazırlığı ve ticaret ortağı baskısı olarak sıralanır. Papathanasiou, Kostoglou ve Petkos (2015), hedef programlama, AHP ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak kullanıcıların ücretsiz bulut hizmet sağlayıcılarına yönelik bakış açılarına odaklanmış ve hizmet sağlayıcılarının karşılaştırmalı analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada kullanıcıların popüler hizmet sağlayıcılarına yönelik bakış açılarına odaklanılmış ve sonuçların kullanıcıların beklentileri hakkında bilgi edinilmesine ve yeni hizmetlere olan güven düzeylerinin değerlendirilmesine imkân vermesi amaçlanmıştır.

Ali vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Avustralya bölgesel belediye hükümetlerinde bulut bilişimin benimsenmesinde etkili olduğu tahmin edilen on iki faktörün (bağlantı, hız, kullanılabilirlik, güvenilirlik, veri depolama, güvenlik, veri egemenliği, maliyet, entegrasyon, veri yedekleme, güvenilirlik ve taşınabilirlik) etkileri içerik analizi yöntemiyle incelemiştir. Araştırma için seçilen bölgesel belediyelerde çalışan bilgi teknolojisi personelleri ile görüşülmüş ve toplanan veriler analiz edilmiştir. En etkili görülen faktörlerin bağlantı, hız ve veri yedekleme olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bulgularının bölgesel belediye yönetimlerinin bulut bilişimi benimseme sürecinde farkındalıklarının artmasına yardımcı olması beklenmiştir. Burda ve Teuteberg (2016), öğrenci açısından bulut depolama hizmeti seçiminde kullanıcı tercihlerini Bayes Modeli aracılığıyla analiz etmiştir. Kullanıcı tercihlerini incelemek için 340 Alman öğrenciden toplanan veriler kullanılmıştır. Örneklem içerisindeki önemli farklılıklar ortaya çıkarılmış ve farklı müşteri segmentleri belirlenmiştir. Çalışmada hizmet tasarımı kararlarında bulut depolama sağlayıcılarına yardımcı olabilecek pratik çıkarımların elde edilmesi amaçlanmıştır. El-Gazzar, Hustad ve Olsen (2016), şirketlerin bulut bilişim benimseme kararları verirken karşılaştıkları önemli sorunlara Delphi tekniğini kullanarak odaklanılmıştır. Çalışmaya bilgi teknolojileri ve bulut bilişim alanlarında çalışma geçmişleri bulunan 34 uzman katılmıştır. Araştırmada bulut bilişimin bir çerçeveye uyarlanabilmesi için belirli engellerin vurgulanması ve bulut bilişim benimseme kararlarında karar vericileri bilgilendirmek için değişiklik yönetimi, yetkinlik ve tecrübeye odaklanan kilit önerilerin sunulması amaçlanmıştır. Lee ve Seo (2016), denge puan kartı, bulanık Delphi ve bulanık AHP yöntemleri aracılığıyla bulut hizmeti seçim problemleri için karma bir karar verme

modeli önermiştir. Bulanık Delphi yöntemi, karar vericilerin görüşüne dayalı olarak her bir denge puan kartı perspektifinde önemli karar verme faktörlerinin seçimi için kullanılmıştır. Karar verme kriterlerini karşılaştırmak ve bunların önemini belirlemek için bulanık AHP yaklaşımı önerilmiştir. Daha sonra belirlenmiş kriterlere dayalı olarak bulut hizmet alternatifleri değerlendirilmiştir. Sun vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada bulut hizmetleri seçim tekniklerinin geliştirilmesi için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS tekniklerine dayalı bir karar verme çerçevesi sunulmuştur. Çalışmada kullanıcı tarafından istenen işlevlerle en çok eşleşen hizmet bileşimlerini destekleyen bir bulut hizmet sisteminin seçimi amaçlanmıştır. Bu nedenle kriter ağırlıklarının kullanıcı tercihlerine göre hesaplanabilmesi için bulanık AHP yaklaşımı, aday bulut hizmetlerinin kriter ağırlıkları ve performanslarına göre derecelendirilebilmesi için bulanık TOPSIS yaklaşımı uygulanmıştır.

Kumar, Mishra ve Kumar (2017), AHP ve TOPSIS tekniklerini kullanarak sipariş tercihi için yeni bir bulut hizmeti seçim modeli tasarlamayı amaçlamıştır. Bulut hizmet seçim problemini yapılandırmak ve ikili karşılaştırmaları kullanarak kriter ağırlıklarını belirlemek için AHP yöntemi, bulut hizmetleri sıralamak için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Önerilen bulut hizmet seçim modelinin etkinliğini göstermek için bir vaka çalışması tanımlanmıştır. Tanoumand vd. (2017), en uygun bulut bilişim hizmet sağlayıcısının belirlenebilmesi için bulanık AHP tekniğinin uygulandığı bir vaka çalışması test etmiştir. Mevcut vaka çalışmasında bulut bilişim servis sağlayıcısı seçmek isteyen bir işletme için 5 alternatif, 6 kriter göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda güvenlik en önemli kriter olarak belirlenmiştir.

Alam vd. (2018), bulut bilişim hizmetlerinin değerlendirilmesi için bulanık AHP ve WASPAS yöntemlerine dayalı entegre bir karar modeli ortaya koymuştur. Çalışmada değerlendirme faktörlerinden oluşan kapsamlı ve çok boyutlu bir hiyerarşik model yapılandırılmıştır. Faktörlerin göreceli ağırlıklarının değerlendirilmesi bulanık AHP aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Aday bulut hizmetlerinin sıralanması için WASPAS kullanılmıştır. Basu ve Ghosh (2018), en uygun bulut hizmet sağlayıcısını bulmak ve ihtiyaca göre dağıtım modelini seçmek için bulanık TOPSIS tekniğini uygulamıştır. Uygulamada 3 karar verici, 9 kriteri göz önünde bulundurarak 3 farklı bulut hizmet sağlayıcısını değerlendirmiştir. Araştırmanın sonucunda en önemli kriterin destek hizmetleri olduğu belirlenmiştir. Çalışmada bulut tüketicilerinin bir dizi farklı teklif ve bulut özelliği arasından en iyi hizmet sağlayıcısını ve bulut hizmetini seçmesine yardımcı olunması amaçlanmıştır. Paunović vd. (2018), teknoloji perspektifine dayalı bir bulut tedarikçisi değerlendirmesini modellemek için bulanık AHP tekniğini model parametrelerinin uygulanan simülasyonu ile birleştiren bir model geliştirmiştir. Önerilen yaklaşımın etkinliğini test etmek için sayısal bir örnek sunulmuştur.

Jatoh vd. (2019), mevcut alternatifler arasından bulut hizmetlerin seçimini içeren hibrit bir karar verme modeli sunmuştur. Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemi, alternatiflerin değerlendirilmesi için Grey TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. AHP yönteminin uygulanması sonucunda bulut hizmet sağlayıcısı seçimi için en önemli kriterlerin fiyat ve işlem performansı olduğu belirlenmiştir. Gireesha vd. (2020), güvenilir bulut hizmet sağlayıcılarının belirlenmesi için bulanık aralık değerli WASPAS tabanlı bir seçim yaklaşımı sunmuştur. Önerilen yöntem hizmet kalitesi niteliklerinin önemini belirlemek ve güvenilir bulut hizmet sağlayıcılarının sıralanması için kullanılmıştır. Yaklaşım bir vaka çalışması üzerinde test edilmiş ve farklı karar verme teknikleri ile kıyaslanmıştır. Sonuçlar yöntemin etkinliğini ve uygulanabilirliğini onaylamaktadır.

Literatürde konuyla ilgili yapılmış araştırmalarda genellikle kullanıcıların bulut bilişim benimseme kararını etkileyen faktörlerin incelendiği, bulut bilişim benimseme sürecinde karşılaşılan problemlerin analiz edildiği, bulut hizmet sağlayıcılarının değerlendirildiği veya en

uygun alternatifin belirlendiği tespit edilmiştir. Ayrıca regresyon analizi, içerik analizi veya ÇKKV teknikleri gibi çeşitli nicel yöntemlerin kullanıldığı görülmüştür. ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı çalışmalarda benzer yöntemler tercih edilmekte, özellikle kriter ağırlıklarının belirlenmesinde sıklıkla AHP yöntemi kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada bulut hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesi ve sıralanması için ROC ve CODAS tekniklerine dayalı iki aşamalı entegre bir yaklaşım önerilmiştir. Böylece hem kendi süreçlerinde etkili olan yöntemlerin tercih edilmesiyle çözüm etkinliğinin artırılması ve literatürde daha önce test edilmemiş orijinal bir yaklaşımın test edilmesi amaçlanmıştır.

Literatürde çeşitli nicel yöntemlerle bulut hizmet sağlayıcılarının değerlendirildiği ve sıralandığı çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmalarda kullanılan kriterler Tablo 1’de sunulmuştur. Mevcut çalışmada bulut hizmet sağlayıcısı alternatifleri değerlendirilirken göz önünde bulundurulmuş kriterler geçmiş çalışmalarda test edilmiş faktörler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Tablo 1: Literatürdeki çalışmalarda bulut hizmet sağlayıcılarının değerlendirildiği kriterler

Referans	Kullanılan Kriterler
Choi ve Jeong (2014)	İşlevsellik, güvenilirlik, kullanılabilirlik, yeterlik, sürdürülebilirlik, taşınabilirlik
Fan, Yang ve Pei (2014)	Uyarlanabilme, dayanıklılık, esneklik, kullanılabilirlik, güvenilirlik, kullanılabilirlik, tutarlılık, süreklilik, hızlı cevap, açıklık ve şeffaflık, kontrol edilebilirlik, erişim ve doğruluk, güvenlik önlemleri, sınırlı kullanım, hesap verebilirlik
Gutierrez, Boukrami ve Lumsden (2015)	Göreceli avantaj, karmaşıklık, uyumluluk, üst yönetim desteği, firma büyüklüğü, teknoloji hazırlığı, rekabet baskısı, ticaret ortağı baskısı
Papathanasiou, Kostoglou ve Petkos (2015)	Güvenlik, kabiliyet, maksimum dosya boyutu yükleme, ücretsiz depolama alanı, desteklenen işletim sistemleri, kullanım kolaylığı, teknik destek, sürüm kontrolü, itibar, ek ücretsiz depolama alanı, mobil internet desteği, pazar payı
Ali vd. (2016)	Bağlantı, hız, kullanılabilirlik, güvenilirlik, veri depolama, güvenlik, veri egemenliği, maliyet, entegrasyon, veri yedekleme, güvenilirlik, taşınabilirlik
Burda ve Teuteberg (2016)	Fiyat, depolama alanı, ulaşılabilirlik, şifreleme, müşteri desteği
El-Gazzar, Hustad ve Olsen (2016)	Güvenlik, kullanılabilirlik, etik, kültür, farkındalık, etki, bilgi teknolojileri yönetimi, strateji
Lee ve Seo (2016)	Finansal, müşteri, dahili iş süreci, öğrenme ve büyüme
Sun vd. (2016)	Cevap, destek servisi, depolama kapasitesi, kullanılabilirlik, güvenilirlik, ölçeklenebilirlik, hız, gecikme, verim
Kumar, Mishra ve Kumar (2017)	Kullanılabilirlik, güvenilirlik, tepki süresi, verim, maliyet, güvenlik, uyarılma, verim
Tanoumand vd. (2017)	Edinme ve işlem maliyeti, kullanılabilirlik, depolama kapasitesi, işlemci, verim, güvenlik
Alam vd. (2018)	Güvenilirlik, kapasite, destek, verim, güvenilirlik, esneklik, güvenlik, maliyet, tecrübe
Basu ve Ghosh (2018)	İşletme boyutu desteği, endüstrilere destek, kontrol ara yüzü, destek hizmetleri, sunucu işletim sistemi, işletim sistemleri, kullanılabilir çalışma zamanları, ara katman, veri tabanı
Paunović vd. (2018)	Güvenlik ve gizlilik, verim, kabiliyet, servis seviyesi, kalite
Jatoth vd. (2019)	Maliyet, işleme performansı, operasyonel uyum, disk depolama performansı, bellek performansı
Gireesha vd. (2020)	Performans, kapasite, servis, kalite & güvenlik, gizlilik

Yapılan literatür taramasında pek çok çalışmada farklı ÇKKV kullanılarak firmaların bulut hizmet sağlayıcısı seçim sürecinin analiz edildiği görülmüştür. ROC ve CODAS tekniklerinin kullanıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Yapılan çalışmada bu iki teknik kullanılarak bir yazılım firmasının bulut hizmet sağlayıcısı seçim süreci için bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Yöntem

Yapılan çalışmada kriterlerin ağırlıkları ROC yöntemi benimsenerek tespit edilmiştir. Barron ve Barrett (1996) tarafından geliştirilen bu yaklaşımda, her bir ağırlığın maksimum hatasını en aza indiren ağırlıkların tahmini aracılığıyla, objektif öneme sahip rütbe sırasını koruyan tüm olası ağırlıkların merkezi tespit edilerek kriter ağırlıkları elde edilir. Yöntemde parametrelerin önem sırası korunarak olası tüm parametrelerin ağırlıkları tahmin edilir ve maksimum hata en aza indirgenerek ağırlıklar hesaplanır (Mishra, Maparu ve Muhuri, 2019). Bu yaklaşımda öz nitel ağırlıklar hakkındaki kısmi bilgi biçimleri ve kısmi sıralama bilgileri kurumsal olarak genelleştirildiği için basit, etkili ve uygun bir uygulama aracı olarak kabul edilir (Barron ve Barrett, 1996). Teknikte ağırlıklar kütle merkezini yansıtır ve daha fazla kriterin kullanılması sıralı kriterler için daha az hataya ulaşılmasını sağlar (Roszkowska, 2013). Yapılan çalışmada kriterler ağırlıklarının bulunması için benimsenen adımlar aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Karar vericiler bütün kriterleri göreceli önem derecelerine göre büyükten küçüğe doğru sıralar. Bu aşamada kriterler arasında nicel bir kıyaslama söz konusu değildir.

Adım 2: Kriter sayısının 2'den fazla olduğu durumlarda, ağırlıkların beklenen değeri Eşitlik (1) kullanılarak hesaplanır. Uygulamada n adet kriter için $n!$ sayıda sıralama olduğu bilinmelidir. Kriterlerin sayısı n adet olmak üzere, kriterlerin ağırlıkları $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_n$ biçimindedir ve kriter ağırlıklarının toplamı 1'e eşittir. Ayrıca r_k değeri, kriterin sıra konumunu temsil etmektedir.

$$w_j (\text{ROC}) = \frac{1}{n} \sum_{k=j}^n \frac{1}{r_k} \quad (1)$$

Adım 3: Elde edilen beklenen değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak, kriter ağırlıkları elde edilir.

Uygulamanın ikinci aşamasında CODAS yöntemi aracılığıyla alternatifler sıralanır. CODAS, Ghorabae vd. (2016) tarafından önerilen ve alternatiflerin negatif ideal çözüme uzaklıklarını temel alan bir ÇKKV tekniğidir. Negatif ideal çözüme uzaklıklarda ise Öklid ve Taxicab uzaklıkları dikkate alınmaktadır (Badi, Abdulshahed ve Shetwan, 2018). Bu amaçla kullanılan ilk ölçüm alternatiflerin negatif idealine olan Öklid, ikinci ölçüm ise Taxicab uzaklığıdır. Yönteme göre negatif ideal çözüme daha büyük bir uzaklığa sahip olan alternatif daha caziptir (Ghorabae vd., 2016). Uygulamada alternatiflerin sıralanması için benimsenen adımlar aşağıda verilmiştir.

Adım 4: Karar matrisi (X), aşağıda gösterildiği biçimde oluşturulur. Karar matrisinde bulunan x_{ij} ifadesi, i . alternatifin j . Kriter açısından performans değerlendirmesini, göstermektedir.

$$X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

Adım 5: Karar matrisindeki değerler Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) kullanılarak normalize edilir. Bu aşamada fayda kriterleri için Eşitlik (2), maliyet kriterleri için Eşitlik (3) kullanılır.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (2)$$

$$n_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

Adım 6. Normalize karar matrisi değerleri ile Adım 3'te elde edilen kriter ağırlıkları Eşitlik (4) kullanılarak çarpılır. Böylece ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = w_j n_{ij} \quad (4)$$

Adım 7. Ağırlıklandırılmış karar matrisinin her bir sütununda bulunan en küçük performans değeri (n_{sj}), Eşitlik (5) ve Eşitlik (6) aracılığıyla belirlenerek negatif ideal çözüm tespit edilir.

$$n_s = [n_{sj}]_{1 \times m} \quad (5)$$

$$n_{sj} = \min_i r_{ij} \quad (6)$$

Adım 8. Alternatiflerin negatif ideal çözüme olan Öklid (E_i) ve Taxicab (T_i) uzaklıkları Eşitlik (7) ve Eşitlik (8) kullanılarak elde edilir.

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - n_{sj})^2} \quad (7)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - n_{sj}| \quad (8)$$

Adım 9. Her bir alternatifin diğer alternatiflere göre Öklid ve Taxicab uzaklıkları aracılığıyla Eşitlik (9) ve Eşitlik (10) kullanılarak göreceli değerlendirme matrisi (R_a) elde edilir.

$$R_a = [h_{ik}]_{n \times n} \quad (9)$$

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\psi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k)) \quad (10)$$

Eşitlik (10)'da bulunan ψ değeri iki alternatifin Öklid uzaklığının denkleğini tanımlayan bir eşik değeridir ve Eşitlik (11)'de verildiği gibi tanımlanmaktadır. Eşitlik (11)'de bulunan τ ifadesi ise eşik parametresi olarak tanımlanır ve karar verici tarafından belirlenebilir. Bu parametre Öklid uzaklığının önemsizlik derecesini belirtir ve 0,01 ile 0,05 arasında bir değer alınır. İki alternatifin Öklid uzaklıkları arasındaki fark τ değerinden büyük ise ψ değeri 1 olarak kabul edilir ve hem Öklid hem de Taxicab uzaklıkları dikkate alınır. Ancak Öklid uzaklıkları arasındaki fark belirlenen τ değerinden küçük ise ψ değeri 0 kabul edilir ve sadece Öklid uzaklığı dikkate alınır.

$$A_4 \psi(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } |x| \geq \tau \\ 0 & \text{eğer } |x| < \tau \end{cases} \quad (11)$$

Adım 10. Eşitlik (12) kullanılarak bütün alternatiflerin değerlendirme puanları elde edilir.

$$H_i = \sum_{k=1}^n h_{ik} \quad (12)$$

Adım 11. Alternatifler değerlendirme puanları göz önünde bulundurularak büyükten küçüğe doğru sıralanır. En yüksek değerlendirme puanına sahip olan alternatifin diğer alternatiflere kıyasla en etkin seçim olduğu kabul edilmektedir.

Uygulama

Yapılan çalışmada bir yazılım şirketinde 5 yılın üzerinde deneyimi olan 6 uzmandan oluşan bir karar verici grubu belirlenmiştir. Karar verici grubu; Bilgi Teknolojilerinden Sorumlu Genel Müdür (KV_1), Yazılım Sistem Mühendisi (KV_2), Donanım Sistem Mühendisi (KV_3), Teknik Altyapı ve Sistem Uzmanı (KV_4), Proje Koordinatörü (KV_5) ve Satış Müdüründen (KV_6) oluşmaktadır. Çalışmada Windows Azure, Google Compute Engine, Amazon AWS ve Rackspace Open Cloud olmak üzere 4 hizmet (A_1 , A_2 , A_3 ve A_4) sağlayıcısı

seçilmiştir. Karar vericiler bulut hizmet sağlayıcılarını 8 kriteri göz önünde bulundurarak değerlendirmiştir. Bu kriterler; Güvenilirlik (GÜ), Depolama Kapasitesi (DK), Kullanılabilirlik (K), Destek (D), Maliyet (M), Gizlilik (G), Performans (P) ve Esneklik (E) olarak sıralanır. Çalışmada kullanılan kriterlerin tanımları Tablo 2’de verilmiştir.

Uygulamanın birinci aşamasında uzmanların yaptığı değerlendirmeler aracılığıyla, ROC tekniği kullanılarak, bulut hizmet sağlayıcıları seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Bu aşamada ilk olarak 6 uzman, kriterleri göreceli önem derecelerine göre, nicel bir değerlendirme yapmadan, sıralamıştır. Daha sonra kriterlere karar vericilerin kendilerine atadıkları sıraya göre nicel bir değer atanır. Son olarak kriterlere atanan bu değerlerin toplamı uzman sayısına bölünerek aritmetik ortalamaları elde edilir. İkinci aşamada ise CODAS tekniği kullanılarak bulut hizmet sağlayıcıları sıralanmıştır. Yapılan çalışmada takip edilen uygulamanın adımları aşağıda verilmiştir.

Tablo 2: Kriter tanımları

Kriter	Tanım	Referans
GÜ	Ürünün belirli bir kullanım bağlamında insanlara, işletmeye veya çevreye kabul edilebilir düzeyin üstünde zarar vermeme durumu	Choi ve Jeong (2014)
DK	Ürünün sunduğu depolama alanı	Burda ve Teuteberg (2016)
K	Müşterinin bulut hizmetini kolayca çalıştırma, öğrenme, kurma ve anlama derecesi	Kumar, Mishra ve Kumar (2017)
D	Tedarikçinin müşteriye hızlı yanıt vermesi, çoklu destek kanalları ve öğrenme kaynakları sunması	Alam vd. (2018)
M	Hizmet sağlayıcıya yapılan ödeme miktarı	Kumar, Mishra ve Kumar (2017)
G	Veri güvencesi ve satıcı kilidi imkanlarının sunulması	Paunović vd., 2018
P	Ürünün belirli koşullar altında kullanıldığında belirtilen işlevleri sağlayabilme yeteneği	Choi ve Jeong (2014)
E	Sistemin, alt sistem ve bileşen arızalarına rağmen hizmet yeteneğini koruma seviyesi	Fan, Yang ve Pei (2014)

Adım 1: Karar vericiler çalışmada kullanılan 8 kriteri önem derecelerine göre sıralamıştır. Bütün karar vericiler için kriterlerin sıralanmış hali Tablo 3’de sunulmuştur. Bu aşamada kriterler arasında nicel bir kıyaslama yapılmamaktadır.

Adım 2. Eşitlik (1) kullanılarak kriter ağırlıklarının beklenen değerleri hesaplanır. Mevcut çalışmada 8 kriter değerlendirildiği için Eşitlik (1)’deki $1/n$ katsayısı 0.125 kabul edilecektir. Kriterlerin sıra konumunu temsil eden r_k ifadeleri 1’den 8’e kadar değerler ile tanımlanmıştır. Mevcut uygulama için belirlenen $1/r_k$ değerleri Tablo 4’de, beklenen değer tablosu ise Tablo 5’te sunulmuştur. Her bir karar verici için kriterlerin beklenen değerleri Tablo 6’da verilmiştir. Örneğin GÜ kriteri, kriterler arasında KV_1 için 4., KV_2 için 6., KV_3 ve KV_4 için 3., KV_5 için 5. ve KV_6 için 4. önem sırasındadır. Bu nedenle GÜ kriteri için beklenen değerler 0,111, 0,054, 0,152, 0,152, 0,079 ve 0,111 olarak sıralanır.

Adım 3. Beklenen değerlerin aritmetik ortalamalarının alınmasıyla kriter ağırlıkları elde edilir. Karar vericilerin değerlendirmesi doğrultusunda, kriterler bulut hizmet sağlayıcıları seçimi için önem derecelerine göre; P (0,267), K (0,217), M (0,198), GÜ (0,11), DK (0,092), E (0,058), G (0,037) ve D (0,022) olarak sıralanır. Mevcut çalışmada kriterlerin birbiriyle etkileşimleri göz önünde bulundurulmamıştır.

Araştırmanın ikinci aşamasına bulut hizmet sağlayıcısı alternatifleri, çalışmada sunulan 8 kriter temel alınarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmede CODAS yaklaşımının ilkeleri benimsenmiştir. Değerlendirme sonucunda 4 bulut hizmet sağlayıcısı sıralanmıştır.

Adım 4. Karar vericiler alternatifleri mevcut kriterleri baz alarak değerlendirmiş ve karar matrisleri oluşturulmuştur. Alternatiflerin değerlendirme sürecinde 5’li ölçek (5: çok iyi, 4: iyi, 3: normal, 2: kötü, 1: çok kötü) kullanılmıştır (Tablo 7). Daha sonra karar matrislerindeki değerlerin geometrik ortalaması alınarak tek bir matris olarak birleştirilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcılarının 8 kriter bazında değerlerini ifade eden karar matrisi Tablo 8’de verilmiştir.

Adım 5. Bu aşamada karar matrisindeki bütün değerler normalize edilir. Uygulamadaki kriterlerin hepsi fayda temelli kriterler olduğu için normalizasyon işlemi Eşitlik (2) kullanılır. Bütün değerler için normalizasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen normalize karar matrisi Tablo 9’da sunulmuştur. Böylece değerler birbirleriyle kıyaslanabilir özdeş değerlere dönüştürülmüştür.

Adım 6. Tablo 9’da verilen normalize karar matrisi değerleri ile Adım 3’te elde edilen kriter ağırlıkları Eşitlik (4) aracılığıyla çarpılır ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir (Tablo 10).

Adım 7. Tablo 10’da verilen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki her bir sütunda yer alan en küçük değerler seçilir ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenir (Tablo 11).

Adım 8. Eşitlik (7) aracılığıyla alternatiflerin negatif ideal çözüme olan Öklid uzaklıkları, Eşitlik (8) aracılığıyla da Taxicab uzaklıkları hesaplanır. Bütün alternatifler için hesaplanan Öklid (E_i) ve Taxicab (T_i) uzaklıkları Tablo 12’de verilmiştir.

Adım 9. Eşitlik (9) ve Eşitlik (10) kullanılarak göreceli değerlendirme matrisi elde edilir. Yapılan çalışmada τ eşik parametresi 0,02 olarak alınmıştır. Hesaplanan göreceli değerlendirme matrisi (Ra) Tablo 13’te verilmiştir.

Adım 10. Her bir alternatifin değerlendirme puanı Eşitlik (12) aracılığıyla hesaplanır. Bu aşamada söz konusu alternatifin değerlendirme puanı, göreceli değerlendirme matrisindeki satır toplamı ile elde edilir. Alternatiflerin değerlendirme puanları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 3: Karar vericiler için kriterlerin önem sırası

Karar Verici	Kriterler
KV ₁	P > K > M > GÜ > DK > E > G > D
KV ₂	K > M > P > DK > E > GÜ > D > G
KV ₃	M > P > GÜ > E > K > DK > G > D
KV ₄	P > K > GÜ > M > DK > G > D > E
KV ₅	P > M > DK > K > GÜ > E > G > D
KV ₆	K > P > M > GÜ > DK > G > E > D

Tablo 4: Uygulama için tanımlanan $1/r_k$ değerleri

1/n	1/r ₁	1/r ₂	1/r ₃	1/r ₄	1/r ₅	1/r ₆	1/r ₇	1/r ₈
0,125	1	0,5	0,333	0,25	0,2	0,167	0,143	0,125

Tablo 5: Uygulama için tanımlanan beklenen değer tablosu

Sıra	$\sum_{k=i}^n \frac{1}{r_k}$	$\frac{1}{\sum_{k=i}^n \frac{1}{r_k}}$
1	$\sum_{k=1}^8 \frac{1}{r_k} = 2,718$	0,34
2	$\sum_{k=2}^8 \frac{1}{r_k} = 1,718$	0,215
3	$\sum_{k=3}^8 \frac{1}{r_k} = 1,218$	0,152
4	$\sum_{k=4}^8 \frac{1}{r_k} = 0,885$	0,111
5	$\sum_{k=5}^8 \frac{1}{r_k} = 0,635$	0,079
6	$\sum_{k=6}^8 \frac{1}{r_k} = 0,435$	0,054
7	$\sum_{k=7}^8 \frac{1}{r_k} = 0,268$	0,033
8	$\sum_{k=8}^8 \frac{1}{r_k} = 0,125$	0,016

Tablo 6: Karar vericiler için kriterlerin beklenen değerleri

Karar Verici	GÜ	DK	K	D	M	G	P	E
KV ₁	0,111	0,079	0,215	0,016	0,152	0,033	0,34	0,054
KV ₂	0,054	0,111	0,34	0,033	0,215	0,016	0,152	0,079
KV ₃	0,152	0,054	0,079	0,016	0,34	0,033	0,215	0,111
KV ₄	0,152	0,079	0,215	0,033	0,111	0,054	0,34	0,016
KV ₅	0,079	0,152	0,111	0,016	0,215	0,033	0,34	0,054
KV ₆	0,111	0,079	0,34	0,016	0,152	0,054	0,215	0,033

Tablo 7: Alternatif değerlendirme için ölçek tablosu

Değerlendirme	Çok İyi	İyi	Normal	Kötü	Çok Kötü
Nicel Değer	5	4	3	2	1

Tablo 8: Karar matrisi

Alternatif	GÜ	DK	K	D	M	G	P	E
A ₁	3,464	2,942	2,667	2,936	3,595	3,026	3,659	3,957
A ₂	2,749	3,634	2,182	2,804	2,994	3,360	2,182	3,464
A ₃	4,263	3,175	4,107	2,621	2,942	4,472	3,772	3,360
A ₄	2,621	2,289	2,289	3,634	2,621	3,086	2,289	2,749

Tablo 9: Normalize karar matrisi

Alternatif	GÜ	DK	K	D	M	G	P	E
A ₁	0,813	0,809	0,649	0,808	1	0,677	0,970	1
A ₂	0,645	1	0,531	0,772	0,833	0,751	0,579	0,875
A ₃	1	0,874	1	0,721	0,818	1	1	0,849
A ₄	0,615	0,630	0,557	1	0,729	0,690	0,607	0,695

Tablo 10: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Alternatif	GÜ	DK	K	D	M	G	P	E
A ₁	0,089	0,075	0,141	0,018	0,198	0,025	0,259	0,058
A ₂	0,071	0,092	0,115	0,017	0,164	0,028	0,154	0,051
A ₃	0,110	0,081	0,217	0,016	0,162	0,037	0,267	0,049
A ₄	0,068	0,058	0,121	0,022	0,144	0,026	0,162	0,040

Tablo 11: Negatif ideal çözüm değerleri

	GÜ	DK	K	D	M	G	P	E
Negatif İdeal Çözüm	0,068	0,058	0,115	0,016	0,144	0,025	0,154	0,040

Tablo 12: Alternatiflerin E_i ve T_i uzaklık değerleri

Alternatif	E_i	T_i
A ₁	0,125	0,241
A ₂	0,041	0,072
A ₃	0,161	0,317
A ₄	0,011	0,020

Tablo 13: Göreceli değerlendirme matrisi

Alternatif	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	0	0,253	-0,112	0,335
A_2	-0,253	0	-0,365	0,082
A_3	0,112	0,365	0	0,447
A_4	-0,335	-0,082	-0,447	0

Tablo 14: Alternatiflerin değerlendirme puanları

Alternatif	A_1	A_2	A_3	A_4
H_i	0,476	-0,536	0,924	-0,864

Adım 11. Alternatifler değerlendirme puanları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıralanır. Yapılan uygulamada değerlendirme puanlarına göre alternatiflerin A_3 , A_1 , A_2 ve A_4 biçiminde sıralandığı görülmektedir. Bulut hizmet sağlayıcıları CODAS tekniğine göre değerlendirildiğinde en etkili hizmet sağlayıcısının A_3 olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç ve Değerlendirme

Günümüzde bulut hizmet sağlayıcıları arasındaki rekabet hızla artmaktadır. Farklı işlevleri ve kullanıcı gereksinimleri nedeniyle hizmet sağlayıcısı seçimi bulut bilişim alanında ilgi çekici bir araştırma konusudur. Bu nedenle çalışmada bulut hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesi ve seçimi için hibrit bir ÇKKV yaklaşımının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Uygulamanın ilk aşamasında ROC tekniği ile bulut hizmet sağlayıcısı seçiminde kullanılan kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş, ikinci aşamasında CODAS yöntemiyle hizmet sağlayıcıları sıralanmıştır. ROC kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kabul görmüş, basit, etkili ve uygun bir araçtır (Barron ve Barrett, 1996). CODAS ise çok sayıda kriter göz önünde bulundurularak farklı alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan bir ÇKKV tekniğidir (Ghorabae vd., 2016). Yapılan literatür taramasında bulut hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesinde genellikle benzer ÇKKV yöntemlerinin tercih edildiği, özellikle kriter ağırlıklandırılmasında genellikle AHP tekniğinin tercih edildiği görülmüştür. Mevcut çalışmada kriter ağırlıklandırılması ve alternatif sıralamasında farklı teknikler kullanılarak çözüm etkinliğinin artırılması ve daha önce test edilmemiş bir yaklaşımın önerilmesiyle ilgili literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Önerilen yaklaşım bir yazılım şirketinde test edilmiştir.

Sektörde deneyimi olan karar vericilerden ilk olarak belirlenen kriterlerin önem derecelerini değerlendirmeleri istenmiştir. Ardından bu kriterler perspektifinde bulut hizmet sağlayıcıları değerlendirilmiştir. Çalışmada bulut hizmet sağlayıcıları için en etkili kriterlerin performans, kullanılabilirlik, maliyet ve güvenilirlik olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen kriterler açısından en başarılı alternatifin A_3 olduğu görülmüştür. Alternatifler A_3 , A_1 , A_2 ve A_4 biçiminde sıralanmaktadır.

Çalışmada elde edilen bulguların hizmet kapasitesini geliştirmek ve rekabet avantajı kazanmak isteyen bulut hizmet sağlayıcılarına ve gereksinimlerini karşılayabilecek bulut hizmet sağlayıcılarını belirlemek isteyen firmalara katkı sağlaması beklenmektedir. Gelecek çalışmalarda bulut hizmet sağlayıcılarının değerlendirilebileceği kriter sayısı çeşitlendirilerek araştırma geliştirilebilir. Mevcut çalışmada değerlendirilen kriterler literatürde yapılmış çalışmalar göz önünde bulundurularak tespit edilmiş (Tablo 1) ve konuyla ilgili genel bir perspektif sunulmuştur. Diğer araştırmalarda bulut hizmet sağlayıcısını belirlemek isteyen

firmaların beklenti ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak kriterler revize edilebilir. Ayrıca hızlı cevap verebilme, göreceli avantaj, desteklenen işletim sistemleri ve hizmet sağlayıcısı itibarı gibi kriterlerin eklenmesi literatüre katkı sağlayacaktır.

Mevcut çalışmada önerilen yaklaşım farklı ÇKKV teknikleri kullanılarak test edilebilir ve uygulama sonuçları karşılaştırılabilir. Örneğin kriterlerin önem derecelerinin belirlenebilmesi için BWM veya FUCOM teknikleri tercih edilebilir. Ayrıca mevcut çalışmada kriterlerin birbirleriyle olan ilişkileri ve etkileşimleri göz ardı edilmiştir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda bu ilişki ve etkileşimlerin belirlenmesi, faydalı bulguların elde edilmesini sağlayacaktır.

Kaynakça

- 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.
- Ali, O., Soar, J., Yong, J., & Tao, X. (2016). Factors to be considered in cloud computing adoption. *In Web Intelligence*, 14(4), 309-323.
- Aytekin, A., Erdoğan, Y., & Kavalcı, K. (2016). Yeni bir iş modeli: Muhasebe alanında bulut bilişim. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(12), 46-62.
- Badi, I., Abdulshahed, A. M., & Shetwan, A. (2018). A case study of supplier selection for a steelmaking company in Libya by using the Combinative Distance-based Assessment (CODAS) model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(1), 1-12.
- Barron, F. H., & Barrett, B. E. (1996). Decision quality using ranked attribute weights, *Management Science*, 42(11), 1515-1523.
- Basu, A., & Ghosh, S. (2018). Implementing fuzzy TOPSIS in cloud type and service provider selection. *Advances in Fuzzy Systems*, 1-12.
- Burda, D., & Teuteberg, F. (2016). Exploring consumer preferences in cloud archiving—a student's perspective. *Behaviour & Information Technology*, 35(2), 89-105.
- Chang, V., Walters, R. J., & Wills, G. B. (2016). Organisational sustainability modelling—An emerging service and analytics model for evaluating Cloud Computing adoption with two case studies, *International Journal of Information Management*, 36(1), 167-179.
- 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. *Electronic Commerce Research*, 14(3), 245-270.
- El-Gazzar, R., Hustad, E., & Olsen, D. H. (2016). Understanding cloud computing adoption issues: A Delphi study approach. *Journal of Systems and Software*, 118, 64-84.
- Fan, W., Yang, S., & Pei, J. (2014). A novel two-stage model for cloud service trustworthiness evaluation. *Expert Systems*, 31(2), 136-153.
- Ghorabae, K. M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2016). A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 50(3), 25-44.
- Gireesha, O., Somu, N., Krithivasan, K., & VS, S. S. (2020). IIVIFS-WASPAS: An integrated multi-criteria decision-making perspective for cloud service provider selection. *Future Generation Computer Systems*, 103, 91-110.
- Gutierrez, A., Boukrami, E., & Lumsden, R. (2015). Technological, organisational and environmental factors influencing managers' decision to adopt cloud computing in the UK. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(6), 788-807.
- Henkoğlu, T., & Külcü, Ö. (2013). Bilgi erişim platformu olarak bulut bilişim: Riskler ve

- hukuksal koşullar üzerine bir inceleme. *Bilgi Dünyası*, 14(1), 62-86.
- Hogan, M., Liu, F., Sokol, A., & Tong, J. (2011). Nist cloud computing standards roadmap. *NIST Special Publication*, 35, 6-11.
- Jatoth, C., Gangadharan, G. R., Fiore, U., & Buyya, R. (2019). SELCLOUD: A hybrid multi-criteria decision-making model for selection of cloud services. *Soft Computing*, 23(13), 4701-4715.
- Kumar, R. R., Mishra, S., & Kumar, C. (2017). Prioritizing the solution of cloud service selection using integrated MCDM methods under fuzzy environment. *The Journal of Supercomputing*, 73(11), 4652-4682.
- Küçükşille, E., Özger, F., & Genç, S. (2013). Mobil bulut bilişim ve geleceği. *Akademik Bilişim*, 695-670.
- Mishra, P. S., Maparu, T. S., & Muhuri, S. (2019). Evaluation of ‘architectural and aesthetic value’ of built heritage: A comparison of weightage methods, *The International Conference on Future Cities-2019*, 11-13.
- Lee, S., & Seo, K. K. (2016). A hybrid multi-criteria decision-making model for a cloud service selection problem using BSC, fuzzy Delphi method and fuzzy AHP. *Wireless Personal Communications*, 86(1), 57-75.
- Paunović, M., Ralević, N. M., Gajović, V., Mladenović Vojinović, B., & Milutinović, O. (2018). Two-stage fuzzy logic model for cloud service supplier selection and evaluation. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-11.
- 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.
- Roszkowska, E. (2013). Rank ordering criteria weighting methods—a comparative overview, *Optimum Studia Ekonomiczne Nr*, 5(65), 14-33.
- Sun, L., Ma, J., Zhang, Y., Dong, H., & Hussain, F. K. (2016). Cloud-FuSeR: Fuzzy ontology and MCDM based cloud service selection. *Future Generation Computer Systems*, 57, 42-55.
- Tanoumand, N., Ozdemir, D. Y., Kilic, K., & Ahmed, F. (2017). Selecting cloud computing service provider with fuzzy AHP. *In 2017 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 1-5.
- Turan, M. (2014). Bulut bilişim ve mali etkileri: Bulutta vergi, *Bilgi Dünyası*, 15(2), 296-326.
-