



## BULUT HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİNDE ETKİLİ OLAN KRİTERLERİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Buse USLU<sup>1</sup>, Tamer EREN<sup>2</sup>, Şeyda GÜR<sup>3</sup>

1, Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale

2, Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale

3, Öğr. Gör., Harran Üniversitesi Şanlıurfa Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Şanlıurfa

### Öz

Günümüz teknolojisinin hızlı bir şekilde gelişmesi, şirketler arası rekabeti farklı boyuta taşımaktadır. Şirketler arası rekabet, sadece piyasadaki ürün satışını değil, elde edilen bilgilerin doğru şekilde kullanılması gerektiğinin bilincini de arttırmıştır. Teknolojideki bu gelişim sonucu şirketlerin gerek şirket içi çalışanları ile gerekse müşterileri ile olan iletişimleri hızlı olma ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyacı ise internet ortamı sağlayabilmektedir. Günümüz şirketlerin kullanılabilir verinin saklanabilmesi, hızlı ulaşılabilirliği ve yönetilebilmesi fiziksel depolamanın haricinde sanal depolama alanlarına da yönelmiştir. Sanal depolama alanların sunduğu daha az maliyet, hızlı ulaşılabilirlik ve veri yönetimi kolaylığı şirketlerin ilgisini çekmiştir.

Çalışmada bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin neler olduğu araştırılmıştır. Literatür taraması ve uzman görüşler doğrultusunda bulut hizmet sağlayıcısı seçiminde etkili olan kriterler 5 ana kriter ve 17 alt kriter şeklinde gruplandırılmıştır. Belirlenen kriterler 9 yetkili tarafından değerlendirilmiş ve kriterlerin aralarındaki bağılıklarından dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinden analitik ağ süreci (AAS) yöntemi kullanılmıştır. Orta ölçekli şirketlerin bulut hizmet sağlayıcısı seçimine yönelik araştırmalar yapılmış ve AAS sonucunda elde edilen kriter ağırlıklandırılması değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bulut Hizmet Sağlayıcı, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Ağ Süreci, Bulut Hizmet

## **EVALUATION OF CRITERIA AFFECTING CLOUD SERVICE PROVIDER SELECTION WITH MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS**

### **Abstract**

The rapid development of today's technology brings competition between companies to a different dimension. Competition among companies has increased not only the sales of products in the market, but also the awareness that the information obtained should be used correctly. As a result of this development in technology, the communication of companies with their internal employees and customers has created the need to be fast. This need can provide by internet environment. The ability of today's companies to store, access and manage available data has led to virtual storage as well as physical storage. Virtual storage spaces offer less cost, faster accessibility and ease of data management.

In this study, the criteria which are effective in selecting cloud service provider were investigated. Based on the literature review and expert opinions, the criteria that are effective in selecting cloud service providers are grouped into 5 main criteria and 17 sub-criteria. The criteria determined were evaluated by 9 officials and the analytical network process (AAS) method, which is one of the multi-criteria decision-making methods, was used because of the criterion between the criteria. Investigations were made for the selection of cloud service providers of medium-sized companies and the criteria obtained as a result of AAS were evaluated.

**Keywords:** Cloud Service Provider, Multi Criteria Decision Making, Analytical Network Process, Cloud Service

## 1. GİRİŞ

Şirketler verilerini güvenli bir şekilde saklayabilmek ve hızlı bir şekilde erişebilmek için aktif olarak bulut bilişim hizmetini kullanmaktadır. Bulut bilgi işlem sistemi, internet ağı üzerinden kullanıcıların erişimine yetkisi dahilinde tüm işlemlerini yapabildiği bir teknoloji ağıdır. Bulut bilişim teknolojisi SaaS (yazılım servisi), PaaS (platform hizmeti) ve IaaS (sunucu altyapı hizmeti) olmak üzere üç hizmet modeli yer almaktadır. Bilgi işlem modeli, bilgi teknolojileri alt yapısının kurulmasına ilişkin yapılabilecek tüm işlemlerin bu modelde yapılması olarak bilinmektedir. (Al-Faifi et al., 2019).

Teknolojinin hızla ilerlemesi ile şirketlerin sahip oldukları veriler çoğalmıştır. Verilerin çoğalması veri boyutu sorununu, verilerin güvenli saklama sorununu ve her an erişilme isteğini ortaya çıkıştır. Endüstri 4.0'ın gelişmesi beraberinde şirketler için bilginin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bulut hizmet sağlayıcı, internet üzerinden kaynak tahsislerinde kullanılan ve farklı lokasyonlara/ sunuculara sahip bir teknolojidir. Bulut hizmet sağlayıcı, internet ağı üzerinden kullanıcıların erişimine yetkisi dahilinde tüm işlemlerini yapabildiği bir teknoloji ağıdır. Kullanıcının bulut sisteme erişebilmesi için yetkisi dahilinde sadece internet aracılığı gerekmektedir (Saurabh et al., 2011).

Günümüzde teknoloji ile bilginin değeri artmıştır. Şirketlerin sahip oldukları uygulamalar, verileri ve altyapı bilgilerini bulut sistemine geçirmek oldukça zor bir süreç haline almıştır. Şirket verilerini bulut sistemine geçirirken karşılaştıkları sorunlar ya da kullanıcı kullanımlarında yaşadıkları adaptasyon problemlerinden dolayı bu süreçler oldukça zordur (Wang et al., 2013). Ayrıca günümüzde şirketler tek bir kaynağa bağlı olmak yerine birden çok alternatif sunucu ile çalışmak ve karşılaşılabilecekleri problemleri azaltmak istemektedirler. Şirketler kendilerine en uygun bulut hizmeti seçmeleri için, hangi kriterlere önem verdiklerini belirlemelidirler. Çalışma kapsamında, Türkiye Ankara ilinde bulunan 235 çalışanı olan orta ölçekli bir yazılım şirketi ele alınmıştır. Orta ölçekli yazılım şirketinin verilerini işleyebilmesi ve saklayabilmesi için kendisine en uygun bulut hizmet sağlayıcının seçilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle bir bulut hizmet sağlayıcı seçiminde hangi kriterlere dikkate edilmesi gerektiği problemi ele alınmalıdır. Ele alınan problem için 5 ana kriter ve 17 alt kriter belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterler yazılım departmanı ve bilişim servis departmanında bulunan toplam 9 yetkili, literatürde yapılan çalışmalar ve Al-Faifi et al., (2019) çalışması baz alınarak belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı seçimi için belirlenen kriterlerin birbirleri ile bağlılığından dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi ile önem sıralaması belirlenmiştir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümünde Bulut Bilişim hizmeti hakkında genel bilgilerden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümünde çok kriterli karar verme problemlerinden ASS yöntemlerinde bahsedilmiştir. Dördüncü bölümünde Bulut Bilişim ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bulut Bilişim seçimi için kriter sıralanması beşinci bölümde yapılmıştır. Altıncı bölümde ise yapılan çalışmanın sonuçları verilmiş ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar hakkında önerilerde bulunulmuştur.

## 2. BULUT BİLİŞİM

Teknolojinin gelişimi ile endüstri 4.0, nesnelerin interneti, büyük veri gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu kavramlar beraberinde bilgi gizliliği ve bilgi önemini ve bu bilgilerin sınıflandırılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0'in gelişmesi beraberinde internet ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0 ile şirketler gerek çalışanları ile gerekse müşterileri ile hızlı ve güvenilir iletişim sağlamak için interneti daima kullanır hale getirmişlerdir (Uslu vd., 2019).

Teknolojinin hızla gelişmesi ve her geçen gün elde edilen bilgilerin büyümesi endüstri 4.0'ın yapı taşlarından biri oran büyük veri problemini ortaya çıkarmıştır. Teknolojinin ilerlemesi ve internetin gelişi ile günümüzde bilginin gücü de ön plana çıkmıştır. Şirketlerin elde ettikleri verileri anlamlı bir şekilde tuttukları ve bir sunucuda saklanamayacak kadar büyük boyutlardaki verilere büyük veri denilmiştir. Şirketlerin sahip oldukları bu verileri saklamak ve aktif olarak kullanmak gün geçtikçe zor hale gelmiştir (Ivan and Gordana, 2017). Elde edilen verileri her yerden ve hızlı bir şekilde ulaşabilmek için kendilerine ait internet üzerinde bir depolama alanında saklamaları büyük bir kâr sağlamaktadır. Şirketlerin ihtiyacı olan her türlü dokümantasyonu her yerden ulaşabilmek ve bu dokümantasyonun internetin olduğu her yerden güvenli bir şekilde erişebilmek için bulut bilişim kavramı ortaya çıkmıştır.

Bulut bilişim teknolojisi, internet üzerinden erişilebilen, yazılım uygulamaları, veri depolama hizmeti ve işlem kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bulut bilişim teknolojisindeki tüm işlemler için, dijital bir ağ aracılığıyla çoklu sunucu bağlantısı gerçekleştirilmektedir. Bulut teknolojisinin üç yapıtaşı vardır. Bu yapı taşları SaaS (yazılım servisi olarak sunma), PaaS (platform hizmeti) ve IaaS (sunucu altyapı hizmeti) 'dir (Do Chung and Seo, 2015).

## 3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ

Günümüzde birçok alanda karar verme durumları ile karşılaşılmaktadır. İnsanların, karşılaştıkları bu karmaşık problemler karşısında çözüme yönelik farklı çözüm yollarına sahip olduğu bilinmektedir. Karşılaşılan problemleri etkileyen tüm kriterleri değerlendiren yöntemler vardır. Bu yöntemler, literatürde çok kriterli karar verme yöntemleri olarak geçmektedir (Uslu vd., 2019). Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AAS yöntemi kullanılmış bulut bilişim hizmetlerini etkileyen kriterlerin önem sıralaması belirlenmiştir. Bulut bilişim hizmetlerini etkileyen kriterlerin birbirlerine olan bağılıklarından dolayı AAS yöntemi kullanılmıştır.

### 3.1. Analitik Ağ Süreci (AAS)

Karmaşık yapıdaki problemlerin karar verme süreci her zaman net bir şekilde olmamaktadır. Bazen süreç karar vermeyi etkileyen faktörlerin birbirleri arasındaki iç ve dış bağımlılıklardan dolayı hiyerarşik olarak modellenememektedir. Birbirlerine bağımlı olan bu kriterlerinde kümeler arası değerlendirmesi yapılmaktadır. Saaty, (1980) alternatifler ve kriterler arasındaki bu tarz iç veya dış bağımlılıkların olduğu problemlerde kullanmak üzere AAS yöntemini önermiştir (Şah, 2010).



Şirketlerin kendi ihtiyaçları doğrultusunda en uygun yazılım bulut hizmeti (SaaS) için objektif bir yaklaşım sunulmuş, SaaS ürün özelliklerinin öncelik sıralaması için analitik hiyerarşi süreci yöntemi kullanılmıştır (Godse and Mulik, 2009).

Şirketlerin bulut bilgi işlemlerinde yaşadığı sorunları sistematik yapı ve çözüm teknikleri kullanarak iyileştirmeye yönelik uygulamalar yapılmıştır. Oluşturulan çerçeve, sonraki tüm kuruluş ilkeleri ve birbirlerine bağlı gereksinimler için bulut hizmeti seçiminde kolaylık sağlandığı ifade edilmiştir (Chen et al., 2012). Oluşturulan çoklu platform senaryolarında en iyi duruma gelmiş bulut hizmeti yaklaşımı sunulmaya başlanmıştır (Cavalcante et al., 2012).

Bulut hizmetler için kullanıcıların belirledikleri kriterler ile servis sağlayıcısı seçimine uygun bir modeller önerilmeye başlanmıştır. Önerilen modeller bulanık çıkarım sistemi (FIS) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Modelde yapılan deneyler sonucunda güvenilir bulut hizmet sağlayıcılarının seçildiği belirtilmiştir (Bedi et al., 2012). Bulut hizmetlerin kullanımı ve performansını yönetmen aynı zamanda hizmet sağlayıcıları ile kullanıcılar arasındaki ilişkiyi kurmak bulut hizmet sağlayıcı seçiminde önemli rol oynamaktadır. Bulut hizmetlerin kullanımı ve performansının yönetilmesine bulut komisyoncu denilmiştir. Ngan ve Kanagasabai, (2012) bulut hizmet sağlayıcıları için yeni bir OWL-S tabanlı bir bulut hizmet sağlayıcı sistemini önermişlerdir. Önerdikleri sistem ile karmaşık durumlarda, bulut komisyoncuların bulut hizmet seçimlerinde pratiklik sağladıklarını belirtmişlerdir (Ngan and Kanagasabai, 2012).

Bulut hizmetlerin performansından sonra bulut hizmet sağlayıcı mimarisi modelleri üzerinde çalışılmıştır. Bulut hizmet mimarisi modeline dayanarak bulut hizmet sağlayıcı mimarisi için QoS ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Oluşturulan ölçümler ile CPN (Colored Petri Nets) model simülasyonunun korelasyon analizi elde edilmiş ve AAS oluşturulmuştur (Wang and Liu, 2013). Bulut hizmet seçimi için anket, karar verme yöntemleri, veri gösterim modelleri ve bulut hizmeti parametrelerine değinilmiş ve gelecekteki bulut hizmetler üzerinde öngörude bulunmaya başlanmıştır (Sun vd., 2014). Web servis hizmetlerin seçimi için QoS (hizmet kalitesi) değerleri ele alınmıştır. Web servis hizmet seçimi için yapılan çözüm önerileri sonucunda daha önce kullanılan tam sayılı programlama yöntemi ve maliyet odaklı yöntemlerin daha iyi performans gösterdiğini görülmüştür (Hwang et al., 2015).

QoS bulut hizmet seçimlerinde çözümlenme ve performans tahminlerini destekleyen bir yapı oluşturulmuştur. Ghezi et al., (2015) oluşturdukları yapıya dayalı farklı bulut hizmet seçimlerinde şirketlerin oluşturdukları stratejileri karşılaştırmışlardır (Ghezi et al.,2015).

Bir IaaS bulut hizmeti seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık AHP, dengeli karne (BSC) ve bulanık DELPHI (FDM) yöntemleri kullanılmıştır (Lee ve Seo, 2016). Ayrıca hizmet sağlayıcı seçiminde altyapı parametreleri dikkate alınarak, çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır (Supriya et al., 2016). Yazılım şirketlerinin, yeni teknolojilerin getirdiği bulut teknoloji ve veri tabanı yönetim sistemlerini eklemesi gerektiği görülmüştür. Bunun için bir yazılım şirketinin karar destek sistemi ile kendilerine en uygun yazılım teknolojisi seçimi problemi ele alınmaya başlanmıştır (Farshidi et al., 2018). Şirketlerdeki bulut hizmetlerinin kalitesini tahmin etmek için çok kriterli karar analizi yaklaşımları kullanılmıştır. Bulut hizmetleri arasındaki performans tahmini ve hizmet

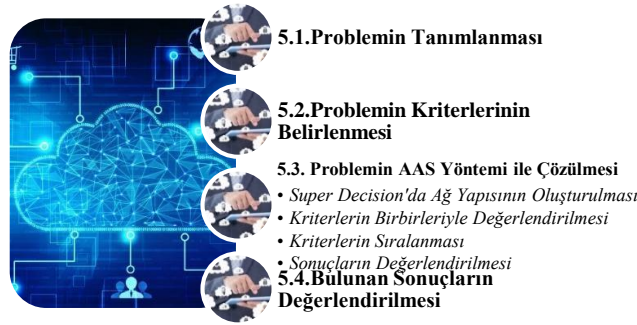
kalitesini değerlendirmek için bir vaka çalışması Abdel et al, (2018) tarafından yapılmıştır (Abdel et al., 2018). Daha sonra, bulut hizmet seçiminde kullanılan kriterin etkileşimleri ile yapı, CSSCI (bulanık ölçü) ve Choquet (ayrılmaz ölçü) arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri belirtmişlerdir. Araştırmalar sonucunda doğrusal optimizasyon modeli kullanılmıştır. Bulut hizmet seçim yöntemlerini doğrulamak amacıyla model tasarlamışlar ve model sonucunda daha önceden kullanılan tekniklere göre oluşturulan modelin geçerliliğini kanıtlamıştır (Sun et al., 2019). Oluşturulan modellerin dışında, bulut hizmet sağlayıcıları seçiminde öncelikle K-means algoritması kullanılarak bulut hizmet sağlayıcıları kümelennmiştir. K-means algoritması ile kümelenen hizmet sağlayıcıları DEMATEL-AAS yöntemini kullanarak sıralanmıştır (Al-Faifi et al., 2019).

Ayrıca çalışmada kullanılan AAS yöntemi, literatürde endüstri 4.0 alanında (Uslu vd., 2019; Uslu vd., 2019; Chang et al., 2016; Sevinç vd., 2018); sağlık alanında (Gür vd., 2018; Bağ vd., 2012) ve enerji alanında (Özcan vd., 2017; Özcan vd., 2017) gibi birçok alanda da kullanılmaktadır.

## 5. UYGULAMA

Ele alınan çalışmanın uygulama akışı Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: Problemin akış diyagramı



### 5.1. Problemin Tanımı

Ele alınan çalışmada, Türkiye Ankara ilinde bulunan 235 çalışanı olan orta ölçekli bir yazılım şirketi incelenmiştir. Orta ölçekli yazılım şirketinin verilerini işleyebilmesi ve saklayabilmesi için kendisine en uygun bulut hizmet sağlayıcının seçilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle bir bulut hizmet sağlayıcı seçiminde hangi kriterlere dikkate edilmesi gerektiği problemi ele alınmalıdır. Ele alınan problem için 5 ana kriter ve 17 alt kriter belirlenmiştir. Bulut hizmet sağlayıcısı seçimlerinde etkili olan kriterler yetkililer tarafından belirlenmiştir. Yetkililerin değerlendirmeleri AAS yönteminde kullanılan ikili karşılaştırma matrislerine aktarılmıştır.

### 5.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Yapılan literatür taramasında bulut hizmet sağlayıcı seçimlerinde etkili olan kriterler ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Literatürde yer alan bulut hizmet sağlayıcı çalışmalarında şirketler için önemi ve etkili olabilecek kriterler vurgulanmıştır. Yapılan çalışmada Ankara ilinde bulunan bir yazılım şirketinin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan 5 ana kriter ve 17 alt kriter belirlenmiştir ve bu kriterlerin önem

sıralaması yapılmıştır. Şirkette çalışan 9 yetkilinin sistemi incelemesi ve değerlendirmesi sonucu AAS yöntemine yetkililerin değerlendirmeleri girilmiştir. Belirlenen ana kriterler Tablo 3'te ve alt kriterler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Ana kriterlerin açıklaması

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

Tablo 4. Alt Kriterlerin açıklaması

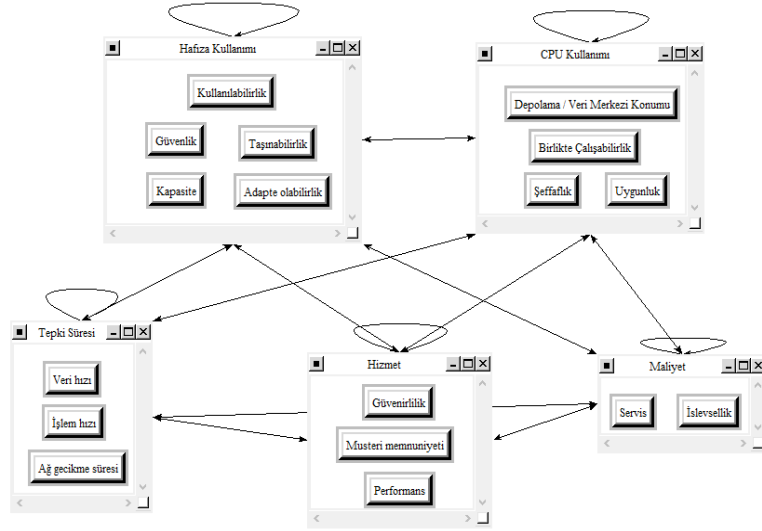
Alt Kriterler	Açıklama
Kullanılabilirlik	Bir bulut hizmeti ağ üzerinden kullanılabilir ortalama saat
Güvenirlilik	Bir bulut hizmetinin belirli bir süre boyunca belirli çalışma koşullarında arızasız olarak çalışması
Veri hızı	Bir bulut hizmetinde veri paketlerinin buluta iletim hızı
Güvenlik	Bulut hizmeti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



### 5.3. Bulut Servis Sağlayıcı Seçiminde Etkili olan Kriterlerinin Belirlenmesi Probleminin AAS Yöntemi ile Çözümü

Bulut hizmet sağlayıcıları etkileyen kriterlerin sıralanması probleminde bulut hizmet sağlayıcısı seçimini etkileyen kriterler belirlenmiştir. Ele alınan bulut hizmet sağlayıcılarını etkileyen kriterlerin sıralanması AAS yöntemi ile belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin önem dereceleri 9 yetkili tarafından belirlenmiş ve karşılaştırma matrisine girilmiştir. Birbirlerini etkileyen kriterler arasındaki etkileşimleri ve bağımlılıkları gösteren ağ yapısı oluşturulmuştur. Şekil 2’de bu ağ yapısı verilmektedir.

Şekil 2: AAS Ağ Yapısı



Çalışmada ele alınan problemin ağ yapısında kriterlerin birbirlerine olan iç bağımlılık ve dış bağımlılıkların karşılaştırılması yapılmıştır. Şekil 2’de ki ağ yapısına bakıldığında işlem süresi ile ağ gecikme süresi birbirlerine iç bağımlılıklarını gösterirken, servis süresi ile işlem süresi arasındaki bağımlılık dış bağımlılık olarak gösterilmektedir.

Bulut hizmet sağlayıcıları seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi problemi için bulut hizmetini etkileyen kriterlerin ve bu kriterlerin aralarındaki bağımlılıkların belirlenmesini, literatür araştırması ve çalışma için belirlenen 9 yetkili kişinin değerlendirmeleri doğrultusunda tanımlanmıştır. AAS yönteminde bulunan ikili karşılaştırma matrisleri Super Decision paket programı yardımıyla çözülmüştür. AAS yönteminde uygulanan birbirlerine bağlı kriterlerin ağırlıkları Şekil 3’te gösterilmektedir.

Şekil 3: Kriterlerin sıralaması

Super Decisions Main Window: cloud anp.sdmod: Priorities

Here are the priorities.

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Birlikte Çalışabilirlik	0.35992	0.109662
No Icon	Depolama / Veri Merkezi Konumu	0.25089	0.076443
No Icon	Uygunluk	0.32938	0.100359
No Icon	Şeffaflık	0.05981	0.018223
No Icon	Adapte olabilirlik	0.19117	0.051469
No Icon	Güvenlik	0.27811	0.074875
No Icon	Kapasite	0.19574	0.052700
No Icon	Kullanılabilirlik	0.30140	0.081146
No Icon	Taşınabilirlik	0.03358	0.009040
No Icon	Güvenirlilik	0.34012	0.041533
No Icon	Musteri memnuniyeti	0.16506	0.020156
No Icon	Performans	0.49481	0.060422
No Icon	İslevsellik	0.25566	0.019670
No Icon	Servis	0.74434	0.057269
No Icon	Ağ gecikme süresi	0.39878	0.090537
No Icon	İşlem hızı	0.25516	0.057930
No Icon	Veri hızı	0.34606	0.078566

#### 5.4. Bulunan Sonuçların Değerlendirilmesi

Bulut hizmet sağlayıcılarını etkileyen kriterler ele alındığında kriterler arasında hem iç hem de dış bağılıkların olduğu 9 yetkili tarafından görülmüştür. Belirlenen 5 ana kriter ve 17 alt kriter çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemi ile çözülmüş ve kriterler arasındaki bağılıklar dikkate alınmıştır. AAS yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 5'te görüldüğü gibidir. Şekil 3'te bulunan kriter ağırlıklarına bakıldığında tutarlılık oranının 1'den düşük çıktığı görülmüştür. Bulut hizmet sağlayıcıları seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlık sıralamasına bakıldığında, ilk sırada %74,4 ile servis kriterinin, ikinci sırada %49,5 ile uygunluk kriterinin, üçüncü sırada ise %39,9 ile ağ gecikme süresi kriterinin yer aldığı görülmektedir. 17 alt kriter sıralamasında en alt sırada ise %3,4 ile taşınabilirlik kriterinin yer aldığı görülmektedir. Belirlenen bu kriterlerin kriter ağırlıkları bulut hizmet seçiminde dikkate alınması gereken kriterlerin önem sıralaması belirlenmektedir. AAS yöntemi ile kriterlerin hem iç hem de dış bağılıkları dikkate alınmış ve tepki süresi, hizmet ve maliyet ana kriterlerin diğer kriterlere oranla daha ön planda olması gerektiği tespit edilmiştir.

Birbirlerine bağlı kriterlerden dolayı işletme ağ gecikme süresi dikkate alındığında, ağ gecikme süresi kriteri ile bağımlı olan performans kriteri ve performans kriterine bağlı olan işlem hızı kriteri etkilenecektir. İşlem hızı kriterine bağlı olan veri hızı kriteri ve veri hızı kriterine bağlı olan birlikte çalışabilirlik kriteri de bu zinciri

takip edecektir. AAS yönteminde oluşturulan ağ yapısındaki kriterlerin birbirlerine bağlılığına bakıldığında ağ gecikme süresi kriterine bağımlı olan diğer ölçütlerde etkilenecektir.

## 6. SONUÇ

Günümüzde teknolojinin gelişmesi beraberinde internet ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. İnsanların her alanda ihtiyaç duyduğu internet, bir süre sonra elde ettikleri verileri bir yerde depolama ihtiyacını doğurmuştur. Özellikle şirketler için, sahip oldukları büyük verilere çabuk ulaşabileceği ve güvenilir bir saklama alanı ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Oluşan bu ihtiyaç için öncelikle fiziksel sunuculara gereksinim olmuştur. Şirketlerin kullandığı büyük verileri saklanması hem maliyetli hem de çok fazla fiziki alan gereksinimine sebep oluyordu. Nesnelere interneti teknolojileri sayesinde internete bağlı olan cihazların birbiriyle iletişim kurmaları sağlanmıştır. Nesnelere interneti ile cihazlar arasındaki iletişimin daha az maliyetli ve çabuk olduğunu gören bazı şirketler sanal bir depolama alanının olabileceğini öngörmüşlerdir. Bu sanal depolamaya bulut bilişim teknolojisi ismini vermişlerdir. Günümüz şirketlerin problemlerinden biri de kendilerine en uygun bulut hizmet seçim problemidir. Seçilen bulut hizmetinin, şirketin tüm verilerini hem güvenli bir şekilde saklayabilmesi hem de her an ulaşılabilir kılması çok önemlidir. Bunun yanı sıra bulut hizmet maliyeti ve bulut hizmet kapasitesi şirketler için önem arz eden kriterler arasına girmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de Ankara ilinde bulunan 235 çalışanı olan orta ölçekli bir yazılım şirketin verilerini işleyebilmesi ve saklayabilmesi için kendisine en uygun bulut hizmet seçim problemi ele alınmıştır. Teknolojinin gelişmesi ve rekabet artışı, her geçen gün verinin çoğalmasına ve verilerden elde edilen bilginin önemini arttırmıştır. Çünkü sektördeki rekabet artışı işletmeleri, piyasadan elde ettikleri verilerin hızlı bir şekilde kullanılmasına itmektedir. Bu verileri kullanarak daha hızlı hizmet sunabilmeyi ve talebi karşılamayı istemektedirler. Aynı zamanda elde ettikleri büyük verileri güvenli bir şekilde depolamak, istedikleri zamanda hızlı bir şekilde kullanmak istemektedirler. Elde edilen bilginin kullanılabilmesi ve saklanabilmesi için sanal bir platform olan bulut hizmet sağlayıcıları ortaya çıkmıştır. Bulut hizmet sağlayıcıları tüm kullanıcıların kendi ihtiyaçlarına göre kapasite, güvenlik, erişilebilirlik gibi kriterleri dikkate alarak veri saklama platformu haline gelmiştir. Piyasada her geçen gün kullanıcılardaki veri saklama ihtiyacını gören şirketler belirledikleri kriterlere göre bulut hizmet sağlayıcısı olarak piyasada yerini almıştır. Kullanıcılar için hangi bulut hizmet sağlayıcısını hangi kriterlere göre alması gerektiğini ve bu kriterlerini nasıl bir sırada dikkate alması gerektiğini tespit etmek oldukça zorlaşmıştır. Bunun için yapılan bu çalışmada bulut hizmet sağlayıcı seçimini etkileyen kriterler belirlenmiş ve 9 yetkili tarafından değerlendirilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı seçimini etkileyen hafıza kullanımı, CPU kullanımı, tepki süresi, hizmet ve maliyet olmak üzere 5 ana kriter belirlenmiştir. Belirlenen bu 5 ana kriter içerisinde, kullanılabilirlik, güvenilirlik, veri hızı, güvenlik, müşteri memnuniyeti, performans, işlem hızı, depolama/ veri merkezi konumu, taşınabilirlik, birlikte çalışabilirlik, adapte edilebilirlik, uygunluk, şeffaflık, ağ gecikme süresi, kapasite, servis ve işlevsellik olmak üzere toplamda 17 alt kriter kriterler belirlenmiştir.

### 6.1. Tartışma

Literatürde yer alan çalışmalarda bulut hizmet sistemleri, bulut hizmet sistemlerinde dikkate aldıkları kriterler ve tarihsel gelişimi üzerinde durmaktadır. İncelenen çalışmalar bulut hizmet sağlayıcıları için belirlenen birkaç kriterlerin sıralaması yapılmıştır. Yapılan çalışmada ise Türkiye’de bulunan orta ölçekli bir yazılım şirketinin kullanacağı bulut hizmet seçiminde etkili olacak tüm kriterler incelenmiş ve bu kriterlerin birbirlerine olan bağlılıkları dikkate alınmıştır. Belirlenen kriterlerin birbirlerine olan bağlılıklarından dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemi kullanılarak yazılım şirketinin seçeceği bulut hizmetinde hangi kriterlerin önemli olduğu belirlenmiştir. Yapılan tüm kriter değerlendirmeleri literatürde yapılan çalışmalar ve bu çalışma için belirlenen 9 yetkili tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler ve AAS yöntemi sonucunda elde edilen önem sıralaması yazılım şirketlerinde hangi etkenlere hangi sırada bakılması gerektiği önerisinde bulunulmuştur.

Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi şirketler için kullanılabilir bilginin önemini arttırmıştır. Kullanılabilir bilginin önemini fark eden şirketler, bu bilgileri en hızlı bir şekilde ulaşabilir, saklayabilir ve kullanabilir kılmak istemektedir. Şirketlerin elde ettiği tüm bilgileri fiziksel bir alanda saklamayı düşünen şirketler depolama maliyetlerinin oldukça yüksek olduğunu görmektedirler. Bunun için son yıllarda aktif rol oynayan bulut depolama alanları dikkat çekmektedir. Bulut hizmet sağlayan şirketlerdeki farklı alternatifler sunduklarından dolayı bulut hizmeti alacak olan şirketlerin kendilerine en uygun bulut hizmet sağlayıcısını seçmesi gerekmektedir. Bunun için bu çalışmada elde edilen kriterler incelenerek şirketler kendi iç yapısına uygun olacak faktörleri de analiz etmeli ve bu doğrultuda değerlendirmelerini yapmalıdırlar. Çalışmada dikkate alınan kriterler genel olarak etkili olan kriterler olarak düşünülmüştür. Sektöre ve şirketin iç yapılanmasına göre eklemeler veya değiştirmeler yapılabilmektedir. Çalışmanın sonucunda, bulut hizmet sağlayıcıları seçiminde etkili olan kriterler dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Yazılım şirketinin bulut hizmet sağlayıcısı seçiminde etkili olacak kriterlerin önem sıralaması belirlenmiş ve o şirket için hangi kriterlerin ne ölçüde dikkate alması gerektiği tespit edilmiştir. Bu çalışma sayesinde orta ölçekli bir şirketin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde hangi kriterleri değerlendirmesi gerektiği ve bu kriterleri değerlendirmede nasıl bir yol izlemesi gerektiğini görebileceklerdir. Bu sayede bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterleri değerlendirmekte daha az problem yaşayarak karşılaştıkları sorunların önüne geçebileceklerdir. Ayrıca çalışma orta ölçekli şirketlere örnek olarak daha az maliyet ve zaman kaybının önüne geçecektir. İleriki çalışmalarda bu çalışmada belirlenen kriterlerin önem dereceleri bulanık AAS yöntemi ile belirlenerek, şirketlerin bulut hizmet sağlayıcısı seçiminde etkili olan kriterler bağlılıkları hangi sırada çıkabileceği tespit edilebilir.

### KAYNAKÇA

Abdel-Basset, M., Mohamed, M. ve Chang, V. (2018). NMCD: A Framework for Evaluating Cloud Computing Services. *Future Generation Computer Systems*, 86: 12-29.

Al-Faifi, A., Song, B., Hassan, M. M., Alamri, A. ve Gumaei, A. (2019). A Hybrid Multi Criteria Decision Method For Cloud Service Selection From Smart Data. *Future Generation Computer Systems*, 93: 43-57.

Bağ, N., Özdemir, N. M. ve Eren, T. (2012). 0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 4(1): 2-6.

Bedi, P., Kaur, H. ve Gupta, B. (2012). Trustworthy Service Provider Selection in Cloud Computing Environment. *In 2012 International Conference on Communication Systems and Network Technologies*, 714-719, IEEE.

Cavalcante, E., Batista, T., Lopes, F., Delicato, F. C., Pires, P. F., Rodriguez, N., ... ve Mendes, R. (2012). Optimizing Services Selection in A Cloud Multiplatform Scenario. *In: Proceedings of The IEEE Latin America Conference on Cloud Computing and Communications (Latin- Cloud)*.

Chang, H. F., Chang, C. P., Lin, W. T. ve Li, Y. G. (2016). A study of application of assessment modes in development of smart automatic production systems in Industry 4.0. *In 2016 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFuzzy)* (pp. 1-8). IEEE.

Chen, C., Yan, S., Zhao, G., Lee, B. S. ve Singhal, S. (2012). A Systematic Framework Enabling Automatic Conflict Detection and Explanation in Cloud Service Selection for Enterprises. *In 2012 IEEE Fifth International Conference on Cloud Computing* (Pp. 883-890). IEEE.

Do Chung, B. ve Seo, K. K., (2015). A Cloud Service Selection Model Based on Analytic Network Process, *Indian J. Sci. Technol.* 8 (18).

Farshidi, S., Jansen, S., De Jong, R. ve Brinkkemper, S. (2018). A Decision Support System for Software Technology Selection. *Journal of Decision Systems*, 98-110.

Ghezzi, C., Panzica La Manna, V., Motta, A. ve Tamburrelli, G. (2015). Performance-Driven Dynamic Service Selection. *Concurrency And Computation: Practice And Experience*, 27(3): 633-650.

Godse, M. ve Mulik, S. (2009). An Approach for Selecting Software-As-A-Service (SaaS) Product. *In 2009 IEEE International Conference on Cloud Computing*, Pp. 155-158. IEEE.

Gür, Ş., Uslu, B., Eren, T., Akca, N., Yılmaz, A. ve Sönmez, S. (2018) Analitik Ağ Süreci Yöntemi ile Hastanelerde Ameliyathane Performansını Etkileyen Kriterlerin Belirlenmesi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3): 10-25.

Hwang, S. Y., Hsu, C. C. ve Lee, C. H. (2015). Service Selection for Web Services with Probabilistic Qos. *IEEE Transactions on Services Computing*, 8(3): 467-480.

Ivan G. ve Gordana G., (2017). Multi-Criteria Decision-Making in Cloud Service Selection And Adoption, *In: Research Conference in Technical Disciplines-RCITD 2017*.

Lee, S. ve 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.

Ngan, L. D. ve Kanagasabai, R. (2012). Rajaraman. Owl-S Based Semantic Cloud Service Broker. *In: 2012 IEEE 19th International Conference On Web Services. IEEE*, P. 560-567.

Özcan, E. C., Ünlüsoy, S. ve Eren, T. (2017). ANP ve TOPSIS Yöntemleriyle Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2): 204-219.

Özcan, E. C., Özcan, N. A. ve Eren, T. (2017). CSP Teknolojisine Sahip Güneş Enerjisi Santrallerinin Kombine ANP-PROMETHEE Yaklaşımı ile Seçimi. *Başkent Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1): 18-44.

Saaty, T. (1980). *The Analytical Hierarchy Process*, Planning, Priority. Resource Allocation, RWS Publications, USA.

Saurabh, K. G., Steve V. ve Rajkumar, B. (2011). SMI Cloud: A Framework for Comparing and Ranking Cloud Services, *in:2011 Fourth IEEE International*.

Sevinç, A., Gür, Ş. ve Eren, T. (2018). Analysis of the Difficulties of SMEs in Industry 4.0 Applications by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process. *Processes*, 6(12): 264.

Sun, L., Dong, H., Hussain, F. K., Hussain, O. K. ve Chang, E. (2014). Cloud Service Selection: State-Of-The-Art and Future Research Directions. *Journal of Network and Computer Applications*, 45: 134-150.

Sun, L., Dong, H., Hussain, O. K., Hussain, F. K. ve Liu, A. X. (2019). A Framework of Cloud Service Selection With Criteria Interactions. *Future Generation Computer Systems*, 94: 749-764.

Supriya, M., Sangeeta, K. ve Patra, G. K., (2016). Trustworthy Cloud Service Provider Selection Using Multi Criteria Decision Making Methods. *Engineering Letters*, 24:1.

Şah, N. (2010). Analitik serim süreci yöntemi ile Mersin-Torino arasındaki güzergâh alternatiflerinin değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Uslu, B., Eren, T., Gür, Ş. ve Özcan, E. (2019). Evaluation of The Difficulties in The Internet of Things (Iot) With Multi-Criteria Decision-Making. *Processes*, 7(3): 164.

Uslu, B., Gür, Ş. ve Eren, T., (2019). Endüstri 4.0 Uygulaması İçin Stratejilerin AAS ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 7(1): 13-28.

Wang, X. F., Wang, J. Q. ve Deng, S. Y. (2013). A Method to Dynamic Stochastic Multicriteria Decision Making with Log-Normally Distributed Random Variables. *The Scientific World Journal*.

Wang, M. ve Liu, Yu. (2013). Qos Evaluation of Cloud Service Architecture Based On ANP. *In: Proceedings of The International Symposium on The Analytic Hierarchy Process.*