

# BULUT BİLİŞİM GÜVENLİĞİ ETKİ DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Buse Uslu<sup>1</sup> , Tamer Eren<sup>2\*</sup> , Evrencan ÖZCAN<sup>3</sup> 

<sup>1,2,3</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Kırıkkale

[buseuslu03@gmail.com](mailto:buseuslu03@gmail.com), [tamereren@gmail.com](mailto:tamereren@gmail.com), [evrencan.ozcan@kku.edu.tr](mailto:evrencan.ozcan@kku.edu.tr)

## ÖZET

Bulut bilişim, kullanıcıya uzak bir sunucu üzerinden internet aracılığı ile esnek zamanda erişim sağlama, veri depolama, veri transferi işlemlerini yapmasına imkân sağlamaktadır. Bu tür imkânlarının yanında çoklu kullanım, ölçeklenebilirlik, esneklik ve kullandıkça öde politikasına sahip olması şirketler için önemli hale gelmiştir. Bulut bilişimin sunduğu avantajların yanı sıra kullanıcıların neredeyse tüm işlerini dijital bir ortama aktarması ve depolama sağlaması, sahip oldukları gizli bilgilere erişmek isteyen diğer kullanıcıların saldırı risk faktörünü de ortaya çıkarmıştır. Bulut hizmet sağlayıcıları ve kullanıcıları güvenlik üzerine sıkı tedbirler almalıdırlar. Bu süreçte bulut hizmet sağlayıcıları güvenlik üzerine tedbirler alsa da kullanıcıların da tedbirler alması gereklidir. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Ofisi, kullanıcılar için bulut bilişim güvenliği çerçevesinde 14 genel güvenlik tedbirini açıklamıştır. Şirketler seçim süreçlerinin karmaşıklığı ve bu süreç kapsamında oluşabilecek fazla maliyet ve zaman gibi operasyonel engelleri en az seviyede tutmak için değerlendirme faktörlerini önceliklerine göre sıralamalıdırlar. Bu çalışmada, şirketlerin bulut hizmet seçimi sürecinde 14 genel güvenlik tedbirini hangi öncelikte dikkate alması gerektiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bulut bilişim alanında uzman 5 kişinin görüşleri doğrultusunda çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) ve BAHS (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemleri ile öncelik değerleri elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler**— Bulut bilişim, bulut bilişim güvenliği, çok kriterli karar verme, analitik hiyerarşi süreci, bulanık analitik hiyerarşi süreci

## Evaluation of Cloud Computer Security Effect Levels

### ABSTRACT

Cloud computing allows the user to access, store and transfer data in a flexible time via the internet over a remote server. It has become important for companies to have multi-use, scalability, flexibility and pay as you go policy, as well as such opportunities. Besides these advantages offered by cloud computing, transfer of almost their work to a digital environment and provides storage has also revealed the attack risk factor of other users who want to access the confidential information they have. Cloud service providers and users should take strict security measures. In this process, although cloud service providers take measures on security, users must take precautions in their users. Digital Transformation Office of the Presidency of Republic of Turkey has announced the 14 general security measures in the framework of cloud computing security for users. Companies should prioritize the evaluation factors in order to minimize the operational obstacles such as the complexity of the selection processes and the excess cost and time that may occur during this process. In this study, it is aimed to determine which priority companies should consider 14 general security measures in the cloud service selection process. In line with the opinions of 5 experts in the field of

cloud computing, priority values were obtained and evaluated with multi-criteria decision making methods, Analytical Hierarchy Process and Fuzzy Analytical Hierarchy Process methods.

*Keywords*— Cloud computing, cloud computing security, multi criteria decision making, analytical hierarchy process, fuzzy analytical hierarchy process

## I. GİRİŞ (INTRODUCTION)

21. yüzyılda verilerin sanal ortam aracılığı ile erişim sağlama, depolama ve aktarma gibi durumlar için yaygın kullanılması, bulut bilişim alanlarında gelişime yol açmıştır. Şirketlerin ve bireysel kullanıcıların neredeyse tüm işlerini dijital bir ortama aktarması ve depolama sağlaması, sahip oldukları gizli bilgilere erişmek isteyen diğer kullanıcıların saldırı risk faktörünü de ortaya çıkarmıştır. Sahip olunan veri depolama alanlarına saldırı faktörünün gerçekleşmemesi için bulut hizmeti sunan şirketler güvenlik üzerine sıkı tedbirler almaktadır [1, 2]. Bu doğrultuda bulut hizmet kullanıcılarının bulut bilişim güvenliği çerçevesinde aldıkları tedbirlerin önem düzeyleri belirlenerek etki düzeyi yüksek bulut bilişim güvenlik aşamaları belirlenmelidir.

Bulut bilişimin sağladığı avantajlar, her geçen gün daha çok şirketin bilgi teknolojisi uygulamalarını ve verilerini buluta taşımasına yol açmaktadır. Bulut bilişim sayesinde, şirketler, bilgi teknolojileri altyapısının yönetimi ve işletilmesini başka sunucudan temin ederek daha düşük maliyet ve daha az işgücünden yararlanabilmektedir [3]. Ayrıca bulut bilişim teknolojisinin sunduğu özelliklerin hepsini satın almak ya da kiralamak yerine şirketler bulut hizmet modeli ve tipini ihtiyaçlarına göre şekillendirilebilmektedirler.

Bulut bilişimin etkin kullanıma sahip olması, günlük hayatın her alanına girmesine neden olmuştur. Şirketlerin dijital ortamlara dâhil olması, literatürde yapılan çalışmalara yön vermesi ve bulut bilişime olan bu ilgi devlet teknoloji ofisinin de dikkatini çekmiştir.

Bulut bilişimin sunduğu birden fazla faktörün olması ve her geçen gün bu faktörlerin artması, bulut bilişim seçim süreçlerinde karmaşıklığa ve kritik önem faktörlerinin belirlenmesinde sorunlar yaşanmasına sebep olmaktadır. Bu durumları ortadan kaldırma amacı ile literatürde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak faktörlerin

önceliklendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Literatürde bulut bilişim ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, farklı sektör ve alanlarda bulut bilişim hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan CPU kullanımı, hizmet, güvenilirlik, veri hızı, müşteri memnuniyeti, maliyet, kullanılabilirlik, güvenlik, ölçeklenebilirlik, birlikte çalışabilirlik, adapte olabilirlik, hafıza kullanımı, tepki süresi, işlem hızı, veri merkezi konumu, taşınabilirlik, uygunluk, şeffaflık ve ağ gecikme süresi gibi faktörlerin tespit edildiği ve bu faktörlerin çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak ve önem dereceleri belirlenerek sıralamalar elde edildiği görülmektedir.

Afify vd. [4] bulut hizmet seçimi için literatürde yapılan yöntemleri inceleyerek etkin hizmet tanımlama modeli, keşif ve seçim mekanizmalarına sahip eksiksiz bir sistemin var olması gerektiğini vurgulamışlardır. Böylelikle, kullanıcıya işlevsel ve işlevsel olmayan gereksinimlerini karşılayan en iyi SaaS hizmet seçimi için anlamsal tabanlı bir SaaS seçim sistemini önermişlerdir. Zheng ve Xu [5] belirledikleri 3 hizmet sağlayıcının güvenlik ve gizlilik, işletim sistemine olan uyumluluğu ve kullanılabilirlik kriterlerini bulanık çok nitelikli karar verme yöntemlerinden biri olan üçgen sezgisel bulanık sayılar (TIFN) yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda üçgen sezgisel bulanık sayılar için yeni bir sıralama yaklaşımını önermişlerdir.

Garg vd. [6] belirledikleri hizmet sağlayıcıları arasında en iyi seçimi yapmak için işlevsel olmayan gereksinimlere (NRF) dayalı ve AAS ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity To An Ideal Solution) yöntemi tabanlı TrAdeCIS yöntemini uygulamışlardır. Uygulama sonucunda TrAdeCIS yöntemini önermişlerdir. Khowfa ve Silasai [7] bulut hizmet sağlayıcı seçiminde QoS özelliklerine uygun değerlendirmeler yapabilmek için çalışma kapsamında tepki süresi ve maliyeti, maliyet ve tepki süresi, güvenlik ve maliyet, güvenlik ve tepki süresi ikili belirlemişlerdir. En

uygun bulut hizmet sağlayıcı seçimi için ise AHS yöntemini kullanmışlardır.

Khurana ve Bawa [8] verimlilik, kullanılabilirlik, güvenilirlik, tepki süresi kriterlerini Microsoft Azure, Amazon ve Rackspace bulut hizmet sağlayıcıları arasındaki etki düzeylerini belirlemişler ve SLA (hizmet seviyesi anlaşması) tabanlı sıralamasını yapmışlardır. Çalışmada sundukları bulut hizmet aracı programını ile bulut hizmet sağlayıcı seçiminde kaliteli bir sıralama elde etmişlerdir. Al-Faifi vd. [9] bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan hafıza kullanımı, tepki süresi, maliyet ve CPU kullanımı kriterlerinin AAS (Analitik Ağ Süreci) ve DEMANTEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemleri ile önceliklerini belirlemişlerdir. K-means algoritması ile bulut hizmet sağlayıcıları kümelendirilmiştir.

Sohaib vd. [10] bulut hizmetlerin sunduğu özellikleri 3 ana kriter ve 12 alt kriter olarak belirlemişlerdir. Bulut hizmet modelleri üzerindeki kriter etkileri TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Teknoloji, organizasyon ve çevre ana kriterlerinin SaaS, PaaS ve IaaS bulut hizmet türlerine etkilerini belirlemişlerdir. Uslu vd. [11] literatür taraması ve uzman görüşler doğrultusunda bulut hizmet sağlayıcısı seçiminde etkili olan kriterleri 5 ana ve 17 alt kriter şeklinde belirlemişlerdir. Belirlenen kriterlerin etkinlik düzeyleri uzmanların değerlendirmeleri ile AAS yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Uslu vd. [12] çalışmada ise kriterleri eşit ve Uslu vd. [11] çalışmadaki AAS yönteminde elde edilen ağırlıklar kullanılarak 6 bulut hizmet sağlayıcısını TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri kullanarak sıralamalar karşılatırmışlardır. Devi ve Shanmugalakshmi [13] literatürde yer alan çalışmaların haricinde, kullanılabilirlik, maliyet, depolama ve güvenlik faktörlerini AHS yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca doğrusal programlama modeli kullanarak elde edilen kriter ağırlıklarını yorumlamışlardır.

Gireesha vd. [14] bulut hizmet sağlayıcı seçiminde Geliştirilmiş Aralıklı Değerli Sezgisel (GADS) bulanık küme ağırlıklı toplam ve ürün değerlendirmesi tabanlı seçim model yaklaşımından bahsetmişlerdir. Liu vd. [15] bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan maliyet, tepki süresi,

kullanılabilirlik, güvenilirlik ve müşteri memnuniyeti kriterlerini dikkate alarak belirledikleri 8 bulut hizmet sağlayıcısını Entropi- GRA-ELECTRE III ile bulut hizmet sağlayıcı seçimi gerçekleştirmişlerdir. Youssef [16] bulut hizmet sağlayıcı seçimi için TOPSIS ve en iyi en kötü yöntem (BWM) ile tercih sırası tekniğini içeren bir model önermiştir. Önerdiği yaklaşımı ve AHS yöntemini uygulayarak elde edilen sıralamalar karşılaştırılmıştır. Youssef çalışmada önerdiği modelin AHS'den daha iyi performans gösterdiği ve bu sebeple AHS'ye göre daha verimli ve güvenli olduğunu belirtmiştir.

Tiwari ve Kumar [17] ise TOPSIS yöntemine benzer bir sıralama yöntemi tekniği geliştirmişlerdir. Önerilen yöntemde, bulut hizmet sağlayıcıları tarafından sağlanan hizmet kalitesi ve bulut hizmet kullanıcısının öncelikleri dikkate alınarak duyarlılık analizi sonucunda bir sıralama elde edilmektedir. Bu çalışma için önerdikleri yöntem ile GTOPSIS, TOPSIS ve türevleri yöntemlerini uygulayarak karşılatırmışlardır. Nacer vd. [18] bulut hizmet sağlayıcıların sundukları özelliklerdeki çeşitlilik göz önüne alındığında bulut hizmet seçimini doğru sağlamanın oldukça güç olduğundan bahsetmişlerdir. Bulut hizmet sağlayıcılarını karşılatırarak bulut ilişkisel veri tabanları ve bulut kuyruğu hizmetleri üzerinde durmuşlardır. Uslu [19] çalışmada ise literatür taraması ve uzman görüşlerini dikkate alarak bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterleri gruplandırarak aralarındaki ilişkilere göre değerlendirmiştir. Uzmanların belirlemiş olduğu 7 bulut hizmet sağlayıcısı üzerinde çok kriterli karar verme ve bulanık yöntemler uygulanarak değerlendirmiştir.

Bulut bilişime güvenin artırılması için güvenlik ve gizliliğin sağlanması büyük önem taşımaktadır [20]. Keskin vd. [21] bulut güvenlik gereksinimlerine göre çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS, TOPSIS ve AAS (Analitik Ağ Süreci) yöntemleri kullanılarak bulut bilişim hizmetlerini sıralamışlardır. Bulutta depolanan verilerin silinebilmesi, diğer bir buluta transfer işlemi, kullanıcıların kontrollü verilere erişim sağlaması gibi önemli güvenlik faktörleri bulunmaktadır [22]. Bulut bilişim sağlayıcılara güvenlik ve gizlilik alanlarında yeni tedbirler oluşturulması,

kullanıcılara da bu alanlarda tedbirlere dikkat etmeleri konusunda büyük rol düşmektedir.

Bu çalışmada ise literatürden farklı olarak, TC Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisinin [23] Bilgi ve İletişim Güvenliği Rehberinde sunmuş olduğu bulut bilişim kullanıcılarının dikkat etmesi gereken 14 genel güvenlik tedbiri ele alınmıştır. Bu güvenlik tedbirleri dikkate alınarak kullanıcıların bulut bilişim seçiminde tedbir önceliklerinin belirlenmesi ve daha kolay bulut bilişim seçimi yapılmasına yardımcı olunması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında bulut bilişim alanında uzman 5 kişinin görüşleri dikkate alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve BAHS yöntemleri ile öncelik değerleri tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde elde edilen öncelik değerleri yorumlanarak şirketler için önemi vurgulanmıştır. Böylece şirketler bulut hizmet seçiminde bulut bilişim güvenliklerinin belirlenmesi ve seçim aşamasındaki önem etki düzeylerinin belirlenmesi için nasıl bir yol izlemesi gerektiğini görebileceklerdir. Bu sayede, dijital dönüşüm ofisinin belirlediği tedbirler doğrultusunda tedbirlerin profesyonel bir bakış yardımıyla bulut hizmet seçiminde gizlilik ve güvenliğe üst düzey önem vererek daha güvenilir bir seçim yapma kolaylığı elde edeceklerdir.

Çalışma 5 bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde bulut bilişim hakkında genel bilgilerden bahsedilmektedir. Üçüncü bölümde çok kriterli karar verme problemlerinden AHS ve BAHS yöntemlerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümünde bulut bilişim güvenlik tedbirlerinin öncelik değerleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise yapılan çalışmanın sonuçları verilmiş ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar hakkında önerilerde bulunulmuştur.

## II. BULUT BİLİŞİM (CLOUD COMPUTING)

Bulut bilişim, kullanıcıya ait verilerin uzak bir sunucu üzerinden esnek zamanda erişim sağlama, depolama ve aktarma işlemlerini yapabilmesine ya da internet ortamında bulunan uzak bir sunucu üzerinden çalışan uygulamaları kullanarak işlemler yapabilmesine olanak sağlayan bir platformdur. Bulut bilişim sayesinde, sahip olunan yetki doğrultusunda istenilen veriye her yerden ve her

türlü elektronik iletişim cihazını kullanarak ulaşmak mümkün olabilmektedir [3, 12].

### 2.1. Bulut Bilişim Tipleri

Bulut hizmet tipleri kullanım biçimlerine göre melez, özel, genel ve topluluk olmak üzere 4 tipten oluşmaktadır. Genel bulut, bulut servis sağlayıcıları tarafından internet üzerinden web ara yüzü aracılığıyla kullanıcılara genel kullanım imkânı sağlayan bir hizmet tipidir [24].

Özel bulut, şirketlerin veri güvenliğinin önemli olduğu durumlarda kullanıcıların güvenlik önlemlerinin diğer bulut tiplerinden yüksek olan bir hizmet tipidir. Şirketler genellikle kurum dışında ki tüm erişim yollarını kapatılarak sadece kurum içi hizmet alınımını tercih etmektedir [3, 25].

Melez bulut, iki veya daha fazla bulutun bir arada kullanıldığı bir hizmet tipidir. Melez bulut tipi, özel, genel ve topluluk bulut tiplerinin ihtiyaca göre şekillenmesi ile oluşan bulut kümesi şeklinde belirtilmektedir [26,27].

Topluluk bulut, belirli ikiden fazla kurumun bir arada kullandığı bir bulut tipidir. Burada amaç ortak çalışma alanlarında bulunan kurumların bir arada olmasıdır [19]. Türkiye’de kullanılan e-devlet sistemi topluluk bulut tipine en iyi örnektir.

### 2.2. Bulut Bilişim Modelleri

Bulut bilişim üç ana hizmet modeline ayrılmaktadır. Bulut bilişim hizmet sağlayıcıları, kullanıcılarına kullanım türlerine göre yazılım (SaaS), platform (PaaS) ve altyapı (IaaS) modellerinden birini ya da aynı anda birkaçını kullanmasına imkân sağlamaktadır.

Bulut yazılım hizmeti, kullanıcılarına web tabanlı çeşitli yazılım ve uygulamaları sunarak yazılım yüklemesi yapmadan kullanma imkânı sağlamaktadır. Bu hizmet modeli kullanıcılara pratik, hızlı ve hazır bir platform sunduğundan dolayı zaman ve maliyet açısından oldukça tercih edilen bir bulut modelidir [28].

Bulut platform hizmeti, kullanıcılarına yeni uygulamalar geliştirmesine ve yazılımlarını yönetebilmesine olanak sağlamanın yanında yazılım geliştirme ortamı için gerekli tüm yazılım ve donanım platformu sunmaktadır [29, 30].

Bulut altyapı hizmeti, kullanıcılar arasında kaynak bulutu olarak ifade edilen bulut hizmet modelidir. Kullanıcının ihtiyacı olan ağ türüne göre güvenli erişim imkânı sunarak dinamik veri depolama alanı, kullanılacak işlemci kaynaklarının sanal olarak kullanıcıya sunulması ve ağ hizmetleri gibi servisler imkânı sağlayan bir hizmet modelidir [20, 31].

### III. TEORİK METOD (THEORETICAL METHOD)

İnsanoğlu yaşamı boyunca karşılaştığı problemlerde seçim yapması gerekmektedir. Bu seçim süreçlerinde çeşitli sebeplerden dolayı karar vermekte zorluk çekmektedir. Karar vericilerin karşılaştıkları karmaşık problemlerde, anlaşılır, kolay ve objektif analiz yaparak daha profesyonel kararlar verilmesi için çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilmiştir [32]. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve BAHS yöntemleri kullanılarak bulut bilişim güvenliği tedbirleri önem düzeyleri belirlenmiştir.

Literatürde AHS ve BAHS yöntemi ile ilgili çalışmalara bakıldığında, bilişim teknolojileri [32, 33-40], ulaşım [41, 42], enerji [43] ve sağlık [44] alanlarında da kullanıldığı görülmektedir.

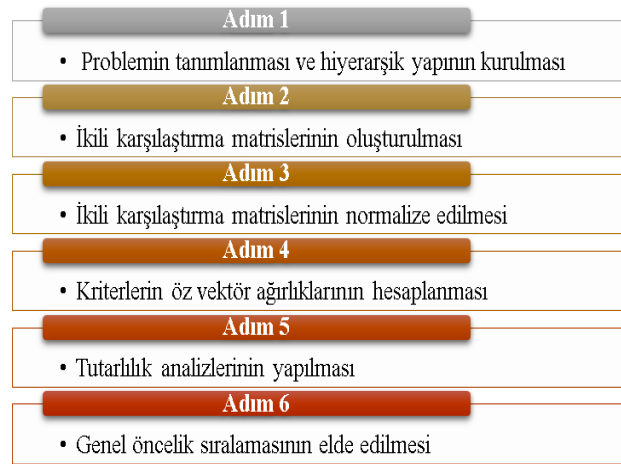
#### 3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

AHS yöntemi, karmaşık problemlerin çözüm sürecini kolaylaştırmak için Saaty tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir. AHS yöntemi ele alınan problemi hiyerarşik bir yapıda modelleyerek, problemin kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi daha iyi tespit edilmesini mümkün kılmaktadır [45]. Problemden ele alınan kriterler kendi aralarında karşılaştırılarak öncelik değerleri belirlenir. Bu süreçte ortak bir skala olarak, Saaty [46] tarafından geliştirilen 1-9 skalası ile uzman kişilerin ya da karar vericilerin değerlendirmeleri kullanılmaktadır. AHS yöntem adımları Şekil 1’de gösterildiği gibi 6 adımdan oluşmaktadır. AHS yönteminde kullanılan 1-9 skalası ise Tablo 1’de gösterilmektedir [47].

#### 3.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

Karar vericiler, karar verme aşamasında içinde bulunduğu durumun avantaj ve dezavantajlarına göre stratejik çalışmaktadırlar. Karar verme süreçlerinin karmaşıklığının yanı sıra belirsizliğin çok olduğu ve net sayıların verilemediği problemler

için bulanık mantık yöntemleri tercih edilmektedir [47]. BAHS, hiyerarşik yapıdaki problemleri sözel ifadeler ile tanımlanmasında yardımcı olan en yaygın yöntemdir [42]. Literatürde BAHS için birçok farklı uygulama tekniği geliştirilmiştir. Bu teknikler arasında en yaygın kullanılan “Genişletilmiş Analiz Yöntemi”dir. Çalışmada kullanılan genişletilmiş analiz yöntemi, Chang tarafından 1996 yılında geliştirilmiştir [48]. Karar vericilerin ikili karşılaştırma matrislerinde kullandıkları sözel ifadelerin üçgensel bulanık sayı karşılığı Tablo 2’de gösterilmektedir. BAHS yöntem adımları Şekil 2’de gösterildiği gibi 4 adımdan oluşmaktadır.



Şekil 1. AHS adımları (AHP steps)

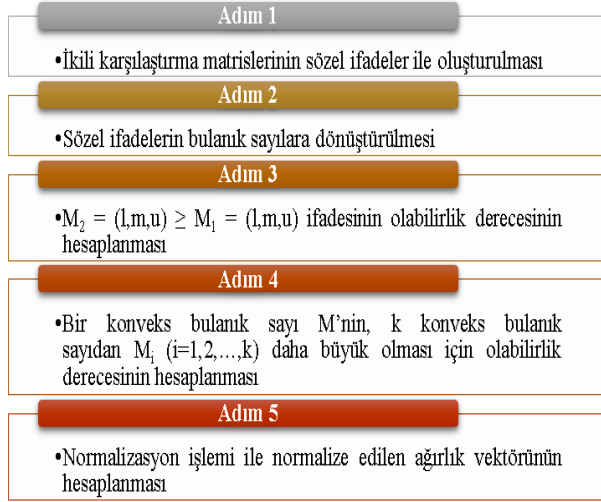
Tablo 1. AHS 1-9 skalası (AHP 1-9 scale)

Önem Derecesi	Tanımı
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Güçlü derecede önemli
7	Çok güçlü derecede önemli
9	Son derecede önemli
2,4,6,8	Ara değerler

### IV. UYGULAMA (EXPERIMENT)

Bulut bilişim teknolojisi sayesinde internet aracılığı ile sahip olunan yetki dâhilinde dünyanın her yerinden verilere ulaşmak mümkün hale gelmektedir. Bulut bilişim, şirketleri veri merkezi

kurma masrafından kurtarmanın yanında zaman kaybı ve bakım ücreti gibi faktörlerden de kurtarmaktadır. Ancak şirket ve bireysel kullanıcıların neredeyse tüm işlerinin dijital bir ortama aktarması, sahip oldukları verilere erişmek isteyen diğer kullanıcıların saldırı risk faktörünü de ortaya çıkarmıştır.



**Şekil 2.** BAHS adımları (BAHP steps)

**Tablo 2.** Sözel ifadelerin üçgen bulanık sayı türünden karşılıkları (Verbal expressions in the triangle fuzzy number type)

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

Bulutta saklanan verilerin gizliliğinin ve güvenliğinin sağlanması konusunda hizmet sağlayıcılar daha iyi politikalar ve uygulamalar oluşturmalıdırlar. Kullanıcılar da bulut hizmet sağlayıcı seçiminde veri gizliliğinin ve güvenliğinin sağlanması için gerekli tedbirleri belirlemeli ve bu tedbirlere bulut bilişim teknolojileri uygulamalarında dikkat etmelidirler. Uygulama

kapsamında, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Ofisinin [23] sunmuş olduğu bilgi ve iletişim güvenliği rehberinde bulut bilişim güvenliği çerçevesinde belirlenen genel güvenlik tedbirleri ele alınmıştır. Ele alınan tedbirler Tablo 3'te gösterildiği gibidir. Şirketler bulut bilişim güvenliği çerçevesinde sunulan tedbirleri dikkate alarak bulut bilişim seçiminde uygulamalıdırlar. Çalışma kapsamında, bilişim sistemleri alanında uzman 3 doktora ve 2 yüksek lisans eğitim seviyesinde toplam 5 uzmanın görüşleri doğrultusunda 14 tedbir çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve BAHS yöntemleri kullanılarak kendi aralarındaki baskınlık düzeyleri belirlenmiştir. Böylelikle bulut bilişim güvenliği çerçevesinde dikkate alınacak tedbirlerin, hizmet seçiminde öncelik değerlerinin bulunması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında yer alan problem akış şeması Şekil 3'te gösterilmektedir.

#### 4.1. AHS Yöntemi ile Tedbirlerin Önceliklenmesi

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Ofisinin [23] bulut bilişim güvenliği üzerine belirlediği tedbirleri kendi aralarında incelendiğinde çok kriterli karar verme yöntemleri arasında kolay, anlaşılır ve pratik bir yöntem olan AHS yöntemi tercih edilmiştir. AHS yöntemde kullanılan Saaty 1-9 skalası kullanılarak ele alınan 14 tedbir, bulut bilişim alanında uzman 5 kişi tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanların ikili karşılaştırmaları Tablo 4'te gösterilmektedir.

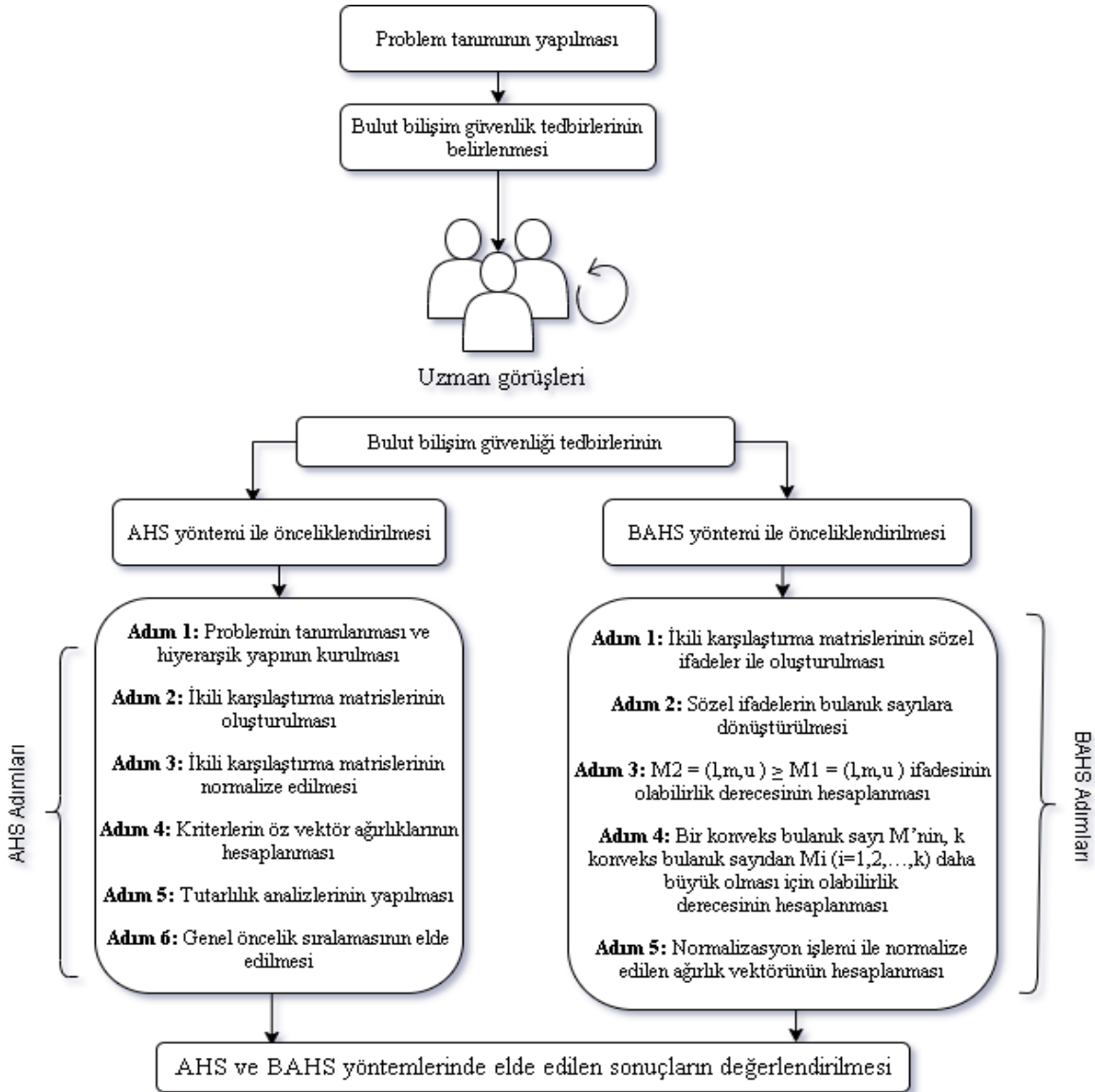
İkili karşılaştırma matrisi kullanılarak AHS yönteminde bulunan ikili karşılaştırma matrisinin normalize etme, öz vektör hesaplama ve tutarlılık oranı hesaplama adımları uygulanmıştır. AHS yönteminde tutarlılık oranı %10'dan küçük olması gerekmektedir. Uzman görüşleri doğrultusunda değerlendirilen kriterlerin tutarlılık oranı %8,9 elde edildiği için AHS uygulaması tutarlı sonuç vermektedir. AHS yönteminde elde edilen tedbirlerin öncelik değerleri Tablo 5'te gösterilmektedir.

Elde edilen bu sonuçlara göre %18,7 oranında öncelik değeri ile bulut hizmet kullanımı (BK) en etkili kriter olarak belirlenirken bu sırayı %16,3 öncelik değeri ile bulut ortam güvenliği (BG), %16 öncelik değeri ile erişim yetkilerinin yönetiminin sağlanması (ES) kriteri takip etmektedir.

#### 4.2. BAHS Yöntemi ile Tedbirler Baskınlıklarının Belirlenmesi

BAHS, karmaşık ve net sayıların kullanılmadığı problemlere sözel ifadeler kullanılarak ikili karşılaştırmaların yapılmasını sağlaması ve AHS yöntemine benzer bir metot uygulaması sebebiyle karar verme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Uzmanların kriter değerlendirme aşamasında sözel ifadeler kullanması ve kriterlerin birbirlerine çok yakın öneme sahip olması karar verme sürecini zorlaştırmıştır. Bu süreçte BAHS yöntemi kullanılarak kriterlerin kendi aralarındaki

baskın değerleri elde edilmiştir. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi için uzmanların değerlendirdiği sözel ifadeleri Tablo 2’de yer alan üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür. İkili karşılaştırma matrisinin üçgensel bulanık sayılar ile gösterimi Tablo 6’da gösterilmektedir. Tablo 6 incelendiğinde veri iletimi güvenliği (VG) kriteri sanal makineye ait belleklerin imhası (SBİ) kriterine kuvvetli derecede önemli iken imajların imha edilmesi (İE) kriterine çok kuvvetli derecede önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Problem akış şeması (Flowchart of the problem)

**Tablo 3.** Bulut bilişim güvenliği tedbirleri [23]

Tedbir adı	Açıklaması
Bulut Hizmeti Kullanımı (BK)	Kritik verilerin yurt içinde depolandığı ve kurumlara ait özel bulut sistemleri haricinde, yer, sunucu veya servis tabanlı bulut hizmeti kullanılacaksa; Personel, yetki ve yetkinlik düzeyleri; Erişim, işlem ve ağ trafiği iz kayıtlarının izlenmesi; Güncelleme durum alarmları; Siber olay alarmları; Performans ve kapasite göstergeleri kurum tarafından kontrol edilmelidir.
Hizmet Kapsamı ile Rol ve Sorumlulukların Belirlenmesi (HB)	Bulut bilişim hizmeti kapsamında hizmet veren ve alan kurum arasında, karşılıklı yükümlülükleri ve gizlilik maddelerini içeren bir sözleşme yapılmalıdır. Alınan hizmetin kapsamı sözleşme içerisinde tam olarak belirtilmeli ve hizmet kapsamında işlenen verinin kritikliği doğrultusunda yeterli seviyede güvenlik önlemleri alınmalıdır.
Veri İletimi Güvenliği (VG)	Bulut bilişim kapsamında çalışan tüm sistemler arasındaki veri trafiği güvenli ve güncel iletişim protokolleriyle gerçekleştirilmelidir. Bulut ortamına doğru veri iletimi sağlanırken iletimin tek yönlü olması sağlanmalı ve kurumsal ağ bulut ortamından gelecek tehditlere karşı izole olmalıdır.
Kaynakların İzole Edilmesi (KE)	Aynı bulut ortamını kullanan kurumların sistemleri ağ seviyesinde birbirlerinden mantıksal ve/veya fiziksel olarak izole edilmelidir. Kurumların yalnızca kendilerine ait veriye erişim imkânı sağlanmalıdır.
İmajların İmha Edilmesi (İE)	Bulut hizmeti kapsamında, ihtiyaç olması durumunda şablon olarak kullanılan imajların geri döndürülemez şekilde silinmesine servis sağlayıcı tarafından imkân tanınmalıdır.
Sanal Makineye Ait Belleklerin İmhası (SBİ)	Bulut hizmeti kapsamında herhangi bir sanal makinenin hizmetinin sonlandırılması durumunda, sanal makinenin bulut bilişim sunucularında bulunan bellek bölgeleri otomatik olarak servis sağlayıcı tarafından geri döndürülemez şekilde silinmelidir.
Bulut Ortamı Güvenliği (BG)	Servis sağlayıcılar kendi kaynaklarını DDoS saldırılarına karşı koruyabilmeli ve kapasitesinin üzerinde gelen yüksek boyutlu DDoS saldırılarına karşı iş ve hizmet sürekliliğini sağlayabilmelidir. Hizmet alan taraf ile imzalanan sözleşme ve taahhütlerde bu husus yer almalıdır. Servis sağlayıcılar, servis verdikleri herhangi bir hizmet alanına gelen bir siber saldırıdan (servis dışı bırakma, zararlı yazılım vb.) veya saldırının sistemlerde oluşturabileceği performans problemlerinden diğer hizmet alanlarının etkilenmemesi için güvenlik duvarı, saldırı tespit sistemi gibi güvenlik önlemlerini almalıdır. Servis sağlayıcıların verdikleri hizmetler ile ilgili hizmet seviye taahhüt koşulları belirlenmeli, ölçümleni ve raporlanabilmelidir. Kurumlar, varlık gruplarının kritiklik derecesine uygun güvenlik tedbirlerini uygulayan ve periyodik güvenlik denetimlerini gerçekleştiren bulut hizmeti sağlayıcılarından hizmet almalıdır. Operatörler tarafından sunuculara erişimde trafiğin yurt içinde kalmasına yönelik tedbirler uygulanmalıdır. Bulut hizmeti kullanımında kuruma ait şifreleme anahtarları hizmeti alan kurum tarafından yönetilmelidir. Bulut yönetim arayüzü üzerinden işlem yapmak için IPsec veya SSL VPN geçidi kullanılmalı ve bulut yönetim arayüzüne erişim sadece bu kanallardan yapılmalıdır.
Sanal Makineye Ait Disk Bölgelerinin İmhası (SDİ)	Bulut hizmeti kapsamında herhangi bir sanal makinenin hizmetinin sonlandırılması durumunda, sanal makinenin bulut bilişim sunucularında bulunan disk bölgeleri otomatik olarak servis sağlayıcı tarafından geri döndürülemez şekilde silinmelidir.
İş Sürekliliğinin Sağlanması (İS)	Bulut bilişim hizmeti sunacak servis sağlayıcı iş sürekliliğini sağlamak amacıyla felaket kurtarma merkezi veya yedekleme mekanizmaları ile ilgili yeterlilikleri kurumun bilgi güvenliği gereksinimlerine uygun olarak sağlamalıdır.
Erişim Yetkilerinin Yönetiminin Sağlanması (ES)	Bulut hizmet sağlayıcısının, hizmet alan kurumun sistemine giriş yapması gerektiğinde önceden belirlenmiş kurum yetkililerinden onay almalıdır. Yetkilendirme süreli olmalı ve sorun giderildiğinde erişim yetkisi kaldırılmalıdır. Hizmet sağlayıcı bu süreçte yapılan tüm işlemleri kayıt altına almalı ve bunları raporlamalıdır. Hizmet sağlayıcısının bu süreci sistem üzerinde yönetecek ve raporlayacak özellikleri ve tanımlı süreçleri olmalıdır.
Hizmetin Sonlandırılması Hususları (HH)	Paylaşımlı/bulut ortamdan hizmet sağlayan servis sağlayıcılar hizmetin sonlanması durumunda hizmet alan tarafa ait profil ayarları, hizmet raporları vb. hizmete ilişkin tanımları silmelidir. Bulut sistemlerde barındırılan veriler, kullanımının sonlandırılması durumunda sistemlerden geri getirilemeyecek şekilde silinmelidir.
Güvenli Veri Depolama Politikasının Uygulanması (GU)	Bulut bilişim hizmeti sunacak servis sağlayıcının veri güvenliğini (ifşa, değiştirme, bozulma vb. durumlara karşı) sağlamak adına güvenli veri depolama politikası bulunmalıdır.
Bulut Ortamı İşlem Kayıtlarının Tutulması (BT)	Bulut sistemlerde gerçekleştirilen yönetimsel işlemler kayıt altına alınmalı ve değişmezliği sağlanmalıdır.
Kaynakların Fiziksel Olarak İzole Edilmesi (KFE)	Bulut sistemler üzerinde kuruma ait kritik veri bulundurulacaksa, kritik veriler kurum dışı başka kaynaklar ile aynı fiziksel cihaz üzerinde bulundurulmamalıdır.



**Tablo 4.** AHS ikili karşılaştırma matrisi

Kriter /Kriter	BK	HB	VG	KE	İE	SBİ	BG	SDİ	İS	ES	HH	GU	BT	KFE
<b>BK</b>	1,000	7,000	2,000	8,000	9,000	9,000	1,000	3,000	6,000	2,000	9,000	4,000	5,000	8,000
<b>HB</b>	0,143	1,000	0,250	2,000	4,000	3,000	0,143	0,200	0,500	0,200	5,000	0,250	0,500	3,000
<b>VG</b>	0,500	4,000	1,000	5,000	8,000	7,000	0,500	2,000	3,000	0,333	9,000	2,000	3,000	6,000
<b>KE</b>	0,125	0,500	0,200	1,000	3,000	2,000	0,125	0,200	0,500	0,167	4,000	0,250	0,333	2,000
<b>İE</b>	0,111	0,250	0,125	0,333	1,000	0,500	0,111	0,143	0,250	0,125	2,000	0,143	0,167	0,333
<b>SBİ</b>	0,111	0,333	0,143	0,500	2,000	1,000	0,111	0,143	0,333	0,125	3,000	0,167	0,200	0,500
<b>BG</b>	1,000	7,000	2,000	8,000	9,000	9,000	1,000	2,000	6,000	1,000	9,000	2,000	5,000	9,000
<b>SDİ</b>	0,333	5,000	0,500	5,000	7,000	7,000	0,500	1,000	4,000	0,250	8,000	3,000	3,000	6,000
<b>İS</b>	0,167	2,000	0,333	2,000	4,000	3,000	0,167	0,250	1,000	0,200	4,000	0,333	0,500	3,000
<b>ES</b>	0,500	5,000	3,000	6,000	8,000	8,000	1,000	4,000	5,000	1,000	9,000	3,000	4,000	7,000
<b>HH</b>	0,100	0,200	0,111	0,250	0,500	0,333	0,100	0,125	0,250	0,111	1,000	0,143	0,167	0,333
<b>GU</b>	0,250	4,000	0,500	4,000	7,000	6,000	0,500	0,333	3,000	0,333	7,000	1,000	3,000	5,000
<b>BT</b>	0,200	2,000	0,333	3,000	6,000	5,000	0,200	0,333	2,000	0,250	6,000	0,333	1,000	4,000
<b>KFE</b>	0,125	0,333	0,167	0,500	3,000	2,000	0,111	0,167	0,333	0,143	3,000	0,200	0,250	1,000

**Tablo 5.** Kriter öncelik değerleri

Kriter	Öncelik Değeri
<b>BK</b>	0,187
<b>HB</b>	0,033
<b>VG</b>	0,105
<b>KE</b>	0,025
<b>İE</b>	0,013
<b>SBİ</b>	0,016
<b>BG</b>	0,163
<b>SDİ</b>	0,100
<b>İS</b>	0,037
<b>ES</b>	0,160
<b>HH</b>	0,010
<b>GU</b>	0,079
<b>BT</b>	0,052
<b>KFE</b>	0,020

Kriterlerin kendi aralarındaki karşılaştırma önem düzeyinin çok yakın olması, 14 kriterin baskınlık düzeylerinin belirlenmesini oldukça güçleştirmektedir. BAHS yöntemi adımlarının uygulanması sonucunda elde edilen kriter öncelik değerleri Tablo 7'de gösterilmektedir. Kriter

baskınlık değerleri incelendiğinde, %14,4 oranında baskınlık değeri ile bulut hizmet kullanımı (BK) en etkili kriter olarak belirlenirken bu sırayı %13,1 baskınlık değeri ile bulut ortam güvenliği (BG), %11,8 baskınlık değeri ile erişim yetkilerinin yönetiminin sağlanması (ES) kriteri takip etmektedir.

### 4.3. Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Ofisi [23] bilgi ve iletişim güvenliği rehberinde, bulut bilişim kullanıcıları bulut bilişim güvenliği üzerine alınması gereken tedbirler 5 uzman görüşü ile kendi aralarında değerlendirilmiştir. İlk olarak, ele alınan 14 tedbirin çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS yöntemi kullanılarak öncelik değerleri belirlenmiştir. Kriterlerin ikili karşılaştırılması aşamasında, uzmanların kesin nicel ifadeler kullanamaması ve "daha fazla önemli", "kuvvetli derecede önemli", "çok kuvvetli derecede önemli" gibi ifadeleri tercih etmeleri sebebiyle BAHS yönteminin de kullanılmasını gerektirmiştir.

**Tablo 6.** BAHS ikili karşılaştırma matrisi (BAHP binary comparison matrix)

	BK	HB	VG	KE	İE	SBI	BG	SDİ	İS	ES	HH	GU	BT	KFE
BK	<b>1</b>	3/2,2,5/2	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2	5/2,3,7/2	3/2,2,5/2	1,1,1	3/2,2,5/2	3/2,2,5/2	1,1,1	7/2,4,9/2	3/2,2,5/2	3/2,2,5/2	(5/2,3,7/2)
HB		<b>1</b>	2/5,1/2,2/3	1,1,1	3/2,2,5/2	3/2,2,5/2	2/5,1/2,2/3	2/3,1,3/2	1,1,1	2/5,1/2,2/3	5/2,3,7/2	2/3,1,3/2	2/3,1,3/2	2/3,1,3/2
VG			<b>1</b>	3/2,2,5/2	5/2,3,7/2	3/2,2,5/2	2/3,1,3/2	1,1,1	2/3,1,3/2	2/3,1,3/2	7/2,4,9/2	1,1,1	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2
KE				<b>1</b>	5/2,3,7/2	2/3,1,3/2	2/5,1/2,2/3	2/5,1/2,2/3	2/3,1,3/2	2/5,1/2,2/3	7/2,4,9/2	2/5,1/2,2/3	2/3,1,3/2	1,1,1
İE					<b>1</b>	2/7,1/3,2/5	2/7,1/3,2/5	2/9,1/4,2/7	2/5,1/2,2/3	2/9,1/4,2/7	2/3,1,3/2	2/5,1/2,2/3	2/5,1/2,2/3	2/9,1/4,2/7
SBI						<b>1</b>	2/5,1/2,2/3	2/5,1/2,2/3	2/5,1/2,2/3	2/5,1/2,2/3	7/2,4,9/2	2/7,1/3,2/5	2/5,1/2,2/3	1,1,1
BG							<b>1</b>	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2	1,1,1	7/2,4,9/2	3/2,2,5/2	3/2,2,5/2	3/2,2,5/2
SDİ								<b>1</b>	2/3,1,3/2	2/3,1,3/2	7/2,4,9/2	1,1,1	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2
İS									<b>1</b>	2/3,1,3/2	5/2,3,7/2	2/3,1,3/2	1,1,1	3/2,2,5/2
ES										<b>1</b>	5/2,3,7/2	3/2,2,5/2	2/3,1,3/2	3/2,2,5/2
HH											<b>1</b>	2/9,1/4,2/7	2/7,1/3,2/5	2/9,1/4,2/7
GU												<b>1</b>	1,1,1	3/2,2,5/2
BT													<b>1</b>	3/2,2,5/2
KFE														<b>1</b>

AHS yönteminde elde edilen öncelik değerleri incelendiğinde, ilk sırada %18,7 ile bulut hizmet kullanımı kriterinin, ikinci sırada %16,3 bulut ortam güvenliği kriterinin, üçüncü sırada ise %16 ile erişim yetkilerinin yönetiminin sağlanması kriterinin yer aldığı görülmektedir.

**Tablo 7.** Kriter öncelik değerleri

Kriter	Baskınlık Değeri
BK	0,144
HB	0,058
VG	0,111
KE	0,044
İE	0
SBİ	0,015
BG	0,131
SDİ	0,105
İS	0,070
ES	0,118
HH	0
GU	0,095
BT	0,076
KFE	0,034

BAHS yönteminde elde edilen baskınlık değerleri incelendiğinde ise, %14,4 ile bulut hizmet kullanımı, %13,1 ile bulut ortam güvenliği ve %11,8 erişim yetkilerinin yönetiminin sağlanması kriteri takip ettiği görülmüştür. Her iki yöntemde de benzer bir öncelik sıralaması elde edilse de, BAHS yönteminde bulanık değerlerin kullanılması, imajların imha edilmesi ve hizmetin sonlandırılması hususları kriterlerinin diğer kriterlerden çok daha az baskın olması sebebiyle baskınlık değerleri sıfır olarak elde edilmiştir.

## V. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Çalışma kapsamında bulut bilişim güvenliği üzerine alınması gereken tedbirlerin kendi aralarında öncelik değerleri belirlenmiştir. Bulut bilişimin kullanıcılarına veri akışı, depolama ve esnek zamanda veriye erişme gibi özellikler sunması, şirketlerin dijital platformlara yönelmesine yol açmıştır. Bulut bilişime olan talebin giderek artması bulut bilişim güvenlik risk faktörünü de ortaya çıkarmıştır. Kullanıcıların sahip olduğu veriye yasa

dışı erişim sağlanması ve/veya istenilmeyen herhangi bir durumda yetki sahibi olmayan başka kimsenin erişim sağlaması bulut bilişim kullanımını zayıflatmaktadır. Bu durum veya durumlara karşı bulut hizmeti sunan şirketler güçlü önemler almaktadır. Bulutta yer alan verilere karşı herhangi bir saldırı veya tehdit durumuna karşı bulut hizmeti sunan şirketler tedbirler alsa da kullanıcılara da büyük rol düşmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Ofisi [23] bilgi ve iletişim güvenliği rehberinde, bulut bilişim kullanıcıları için genel güvenlik tedbirleri belirlemiştir. Belirlenen 14 tedbir, bu çalışmada 5 uzman tarafından değerlendirilerek çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve BAHS yöntemleri ile önceliklendirilmiştir.

Uygulama kapsamında, AHS ve BAHS kriter öncelik değerlerinin sıralaması incelendiğinde benzer bir sıralama elde edildiği görülmüştür. Uygulama sonucunda elde edilen 14 tedbirin öncelik sırası, bulut hizmeti kullanımı, bulut ortamı güvenliği, erişim yetkilerinin yönetiminin sağlanması, veri iletimi güvenliği, sanal makineye ait disk bölgelerinin imhası, güvenli veri depolama politikasının uygulanması, bulut ortamı işlem kayıtlarının tutulması, iş sürekliliğinin sağlanması, hizmet kapsamı ile rol ve sorumlulukların belirlenmesi, kaynakların izole edilmesi, kaynakların fiziksel olarak izole edilmesi, sanal makineye ait belleklerin imhası, imajların imha edilmesi, hizmetin sonlandırılması hususları şeklindedir. Bu sıralamaya göre bulut bilişim güvenliği çerçevesinde kullanıcılar, bulut hizmeti kullanımı, bulut ortamı güvenliği, erişim yetkilerinin yönetiminin sağlanması ve veri iletimi güvenliği tedbirlerini öncelikle belirlemelidirler. Bu ilk 4 tedbir dikkate alındıktan sonra geri kalan bulut hizmetlerinde diğer tedbirler dâhil edilerek bulut hizmet seçiminde bulut bilişim güvenliği seçiminde kolaylık sağlanacağı görülmektedir.

Karar vericiler, güvenlik tedbirlerinin öncelik değerlerini belirleyerek bulut hizmet seçimini yaptıklarında, sahip oldukları tüm verileri düşük maliyette, kolay erişim ve esnek kullanım zamanı yanında güvenlik ve gizlilik riskini de en az seviyede tutarak ileride oluşabilecek sorunları minimum seviyede tutacaktır. Aksi takdirde, dijital

ortamda erişim kolaylığı, daha az maliyet ve süreç gibi etkenleri kullanırken veri gizliliği ve güvenliğinin en az seviyede dikkat edilmesi şirket verileri ve gizliliği için problem teşkil edecektir.

Bu çalışmada, şirketler bulut hizmet seçiminde bulut bilişim güvenliklerinin belirlenmesi ve seçim aşamasındaki etki düzeylerinin belirlenmesi için nasıl bir yol izlemesi gerektiğini görebileceklerdir. Bu sayede, dijital dönüşüm ofisinin belirlediği tedbirler doğrultusunda tedbirlerin profesyonel bir bakış yardımıyla bulut hizmet seçiminde gizlilik ve güvenliğe üst düzey önem vererek daha güvenilir bir seçim yapma kolaylığı elde edeceklerdir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler belirlenmiş ve çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak kriterin bulut hizmet sağlayıcı seçimindeki kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı seçimi için, tespit edilen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak bulut hizmet sağlayıcıları kendi aralarında kullanılan yöntemlere göre bir sıralama elde edilmiştir. Ele alınan bu çalışmada ise, şirketlerin bulut hizmet seçimi sürecinde dikkate alınması gereken güvenlik tedbirleri önceliklendirilmiştir. Böylelikle, şirketler bulut hizmet sağlayıcı seçim aşamasında güvenlik tedbirlerine göre bir sıralama elde edip bir sonraki aşamada bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler ile bulut hizmet sağlayıcıları değerlendirilebileceklerdir. Bundan dolayı bu çalışma, bulut hizmet seçiminde bulut bilişim güvenliğinde karşılaşılabilecek durumlara karşı alınan tedbirlerin öncelik değerlerinin elde edilmesinde hangi yöntemleri kullanacakları hakkında bir yol gösterici olma niteliğini taşımaktadır. İleri de yapılacak çalışmalarda bulut bilişim güvenliği için alınan tedbirlere bağlı olarak güvenli yedekleme, ağ erişim kontrolü, cihaz üzerindeki verinin şifrenmesi ve açık rıza durumunda teknik yanıt süresi gibi alt tedbirler eklenerek baskınlık değerleri belirlenebilir ve örnek bir çalışmada elde edilen baskınlık değerleri bulut hizmet sağlayıcıları üzerinde değerlendirilebilir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1] Liu W., Research on Cloud Computing Security Problem and Strategy, In 2012 2nd International

- Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNET), 1216-1219, 2012.
- [2] Khalil I.M., Khreishah, A., Azeem M., Cloud Computing Security: A Survey, *Computers*, 3(1), 1-35, 2014.
- [3] Marston S., Li Z., Bandyopadhyay S., Zhang, J., Ghalsasi, A., Cloud Computing: the Business Perspective, *Decision Support Systems*. 51(1), 176-189, 2011.
- [4] Afify Y.M., Moawad I.F., Badr N.L., Tolba M.F., Cloud Services Discovery and Selection: Survey and New Semantic-Based System, In *Bio-Inspiring Cyber Security and Cloud Services: Trends and Innovations*, 70, 449-477, 2014.
- [5] Zheng Y.F., Xu J., Multiple Attribute Decision Making With Triangular Intuitionistic Fuzzy Numbers and Application to Cloud Service Provider Selection, in *Proceedings of 2nd International Conference on Information Technology and Electronic Commerce*, 311-315, 2014.
- [6] Garg R., Naudts, B., Verbrugge S., Stiller, B., Modeling Legal and Regulative Requirements for Ranking Alternatives of Cloud-Based Services, In *2015 IEEE Eighth International Workshop on Requirements Engineering and Law (Relaw)*, 25-32, 2015.
- [7] Khowfa W., Silasai O., The Integration of Association Rules and AHP in Cloud Service Selection, *International Journal of Applied Engineering Research*, 12 (24), 15814-15820, 2017.
- [8] Khurana R., Bawa R.K., Quality Based Cloud Service Broker for Optimal Cloud Service Provider Selection, *International Journal of Applied Engineering Research*, 12 (18), 7962-7975, 2017.
- [9] Al-Faifi A., Song B., Hassan, M.M., Alamri A., Gumaei A., A Hybrid Multi Criteria Decision Method for Cloud Service Selection From Smart Data, *Future Generation Computer Systems*, 93, 43-57, 2019.
- [10] Sohaib O., Naderpour M., Hussain W., Martinez L., Cloud Computing Model Selection For E-Commerce Enterprises Using A New 2-Tuple Fuzzy Linguistic Decision-Making Method, *Computers & Industrial Engineering*, 132, 47-58, 2019.
- [11] Uslu B., Eren T., Gür, Ş. Bulut Hizmet Sağlayıcı Seçiminde Etkili Olan Kriterlerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 5(1), 31-51, 2019.
- [12] Uslu B., Gür Ş., Eren T., Özcan E.C., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Bulut Hizmet Sağlayıcı Sıralaması, *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, 6 (1), 20-34, 2019.

- [13] Devi R., Shanmugalakshmi R., Cloud Providers Ranking and Selection Using Quantitative and Qualitative Approach, *Computer Communications*, 154, 370-379, 2020.
- [14] Giresha O., Somu, N., Krithivasan K., Vs S.S., Irvifs-Waspas: An Integrated Multi-Criteria Decision-Making Perspective for Cloud Service Provider Selection, *Future Generation Computer Systems*, 103, 91-110, 2020.
- [15] Liu M., Shao Y., Yu, C., Yu, J., A Heterogeneous Qos-Based Cloud Service Selection Approach Using Entropy Weight and Gra-Electre III, *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1-17, 2020.
- [16] Youssef A.E., An Integrated MCDM Approach for Cloud Service Selection Based on TOPSIS and BWM, *IEEE Access*, 8, 71851-71865, 2020.
- [17] Tiwari R. K., Kumar R., G-TOPSIS: A Cloud Service Selection Framework Using Gaussian TOPSIS for Rank Reversal Problem, *Journal of Supercomputing*, 2020 (108), 1-40, 2020.
- [18] Uslu B., Bulut Hizmet Sağlayıcılarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2020.
- [19] Henkoğlu T., Külçü Ö., Bilgi Erişim Platformu Olarak Bulut Bilişim: Riskler ve Hukuksal Koşullar Üzerine Bir İnceleme, *Information World/Bilgi Dünyası*, 14(1), 2013.
- [20] Keskin N., Kıran, A. N., Egdemir, F. K., Eren T., Bulut Bilişim Güvenlik Gereksinimlerine Göre Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Hizmet Sağlayıcı Seçimi, *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*, 6(1), 45-60, 2020.
- [21] Şengül G., Bostan, A., Bulut Bilişimde Bilgi Güvenliği ve Standardizasyon Çalışmaları. 6. Uluslararası Bilgi Güvenliği Ve Kriptoloji Konferansı, 263-267, 2013.
- [22] Dijital Dönüşüm Ofisi, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi 2020, Elektronik Ankara, Dijital Dönüşüm Ofisi, 2020.
- [23] Namasudra S., Roy, P., Balusamy B., Cloud Computing: Fundamentals And Research Issues, In 2017 Second International Conference on Recent Trends And Challenges In Computational Models, 7-12, 2017.
- [24] Shawish A., Salama M., Cloud Computing: Paradigms and Technologies, In *Intercooperative Collective Intelligence: Techniques and Applications*, 495, 39-67, 2014.
- [25] Garber D., Malik, J., Fazio A., *Windows Azure Hybrid Cloud*, John Wiley & Sons, Indianapolis, 2013.
- [26] Tripathi A., Jalil M.S., Data Access and Integrity with Authentication in Hybrid Cloud, *Oriental International Journal of Innovative Engineering Research*, 1 (1), 30, 2013.
- [27] Godse M., Mulik S., An Approach For Selecting Software-As-A-service (Saas) Product, In 2009 IEEE International Conference on Cloud Computing, 155-158, 2009.
- [28] Adhikari M., Amgoth T., Heuristic-Based Load-Balancing Algorithm for IaaS Cloud, *Future Generation Computer Systems*, 81, 156-165, 2018.
- [29] Yasrab R., Platform-As-A-Service (Paas): The Next Hype of Cloud Computing, *Arxiv Preprint Arxiv: 1804.10811*, 2018.
- [30] Sanaj M.S., Prathap P.J., 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, 2020.
- [31] Uslu B., Eren, T., Gür Ş., Özcan E., Evaluation of The Difficulties in The Internet of Things (IoT) with Multi-Criteria Decision-Making, *Processes*, 7(3), 164, 2019.
- [32] Sun C.C., A Performance Evaluation Model by Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods, *Expert Systems with Applications*, 37 (12), 7745-7754, 2010.
- [33] Zhang, B., Zou Z., Liu M., 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, 2011.
- [34] Singla C., Kaushal S., 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, 2015.
- [35] Ahmed A.I.A., Khan S., Gani A., Ab Hamid S.H., Guizani M., 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, 2018.
- [36] Alam K.A., Ahmed R., Butt F.S., Kim S.G., Ko K.M., An Uncertainty-Aware Integrated Fuzzy AHS-WASPAS Model to Evaluate Public Cloud Computing Services, *Procedia Computer Science*, 130, 504-509, 2018.
- [37] Ly P.T.M., Lai W.H., Hsu C.W., Shih F.Y., Fuzzy AHP Analysis of Internet of Things (IoT) in Enterprises, *Technological Forecasting And Social Change*, 136, 1-13, 2018.
- [38] Simon J., Trojanova M., Zbihlej J., Sarosi J., 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, 2018.

- [39] Li W., Peng X., Evaluation of Cloud Computing Copyright Protection Based on AHP, *Mathematical Problems in Engineering*, 2020.
- [40] Gür Ş., Hamurcu M., Eren T., Ankara'da Monoray Projelerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemleri İle Seçimi, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 23(4), 2017.
- [41] Hamurcu M., Eren T., Sürdürülebilir Kent İçi Ulaşım için Bulanık AHP Tabanlı VIKOR Yöntemi ile Proje Seçimi, In *International Conference on Advanced Engineering Technologies*, 21, 23, 2017.
- [42] Özcan E., Gür Ş., Eren T., A Hybrid Model to Optimize The Maintenance Policies in The Hydroelectric Power Plants, *Politeknik Dergisi*, 2020.
- [43] Eren T., Gür Ş., Ameliyathanelerin Performanslarına Etki Eden Faktörlerin Bulanık AHP ile Değerlendirmesi, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(3), 197-204, 2018.
- [44] Uslu B., Gür Ş., Eren T., Endüstri 4.0 Uygulaması için Stratejilerin AAS ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler*, 7(1), 13-28, 2019.
- [45] Saaty T., *The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority Resource Allocation*, RWS Publications, 1980.
- [46] Uslu B., Gür Ş., Eren T., Özcan, E.C., Mobil Uygulama Seçiminde Etkili Olan Kriterlerin Belirlenmesi ve Örnek Uygulama, *İstanbul İktisat Dergisi*, 70(1), 113-139, 2020.
- [47] Chang D.Y., Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655, 1996.