

BULUT BİLİŞİM GÜVENLİK GEREKSİNİMLERİNE GÖRE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE HİZMET SAĞLAYICI SEÇİMİ

Nezaket KESKİN¹ , Aleyna Nur KIRAN² , Fazilet Kübra EĞDEMİR³ , Tamer EREN⁴ 

Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Kırıkkale, 71451, Türkiye

¹nezaketkeskin99@gmail.com

²aleynanurkiran72@gmail.com

³fke.86138@gmail.com

⁴tamereren@gmail.com

ÖZET

Bulut bilişim, internet üzerinden erişime imkân sunan bir teknolojik gelişmedir. Ayrıca son dönemlerde kullanıcılar arasında yaygınlaşmış bir yaklaşımdır. Bulut bilişim, kullanıcılarına internet ağının olduğu her ortamda erişim olanağı sunmaktadır. Kullanıcılarına kullanım kolaylığı, hızlı erişim imkânı ve avantaj sağlamaktadır. Bu durum bulut bilişimin yaygınlaşarak gelecek zamanda bilişim dünyasında birinci sıraya geleceğini düşündürmektedir. Bulut bilişimin yaygınlaşması insanlara fayda sağlarken beraberinde bazı güvenlik sorunlarını da getirmiştir. Güvenlik sorumluluğu, her kurumlarda farklı görevdeki kişilere verildiği için ortada sorumluluk karmaşası oluşmaktadır. Ayrıyeten her hizmet modeli kendi içerisinde bazı farklı güvenlik önlemlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu sebepten dolayı bilişim teknolojileri dünyası var olan eski geleneksel güvenlik sistemlerini bulut bilişim açısından yeniden ele almaktadır. Eski yöntemlerin eksikliği yüzünden geliştirmelere, güvenlik ihlallerinin önüne geçmeye, iyileştirmelere, yeni güvenlik önlemleri almaya gidilmektedir. Bu çalışmanın temeli de bulut bilişim konusunda güvenliğin sağlanmasını ele almaktadır. Bu çalışma bir kurum için bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine göre Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemleri seçiminde eldeki ölçütlerden en uygun olanının seçilmesi için ve bu konuda en doğru kararın verilebilmesine fayda sağlayabilmek amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Technique for Order Preference By Similarity To An Ideal Solution (TOPSIS) ve Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemleri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler—Bulut Bilişim, Çok Ölçütlü Karar Verme, Güvenlik, AHP, TOPSIS, AAS

Multicriteria Decision Making Methods and Service Provider Selection to Cloud Information Security Requirements

ABSTRACT

Cloud computing is a technological development that enables access over the internet. It is also a popular approach among users recently. Cloud computing offers users' access in any network on internet. It provides ease of use, quick access and advantage to its users. This situation makes us think that cloud computing will become widespread and will come first in the world of computing. While the spread of cloud computing has benefited people, it has brought some security problems. Since the responsibility of security is given to people in different positions in each institution, there is a confusion of responsibility. Moreover, each service model needs some different security measures. For this reason, the world of information technologies reconsider existing traditional security systems in terms of cloud computing. Due to the lack of old methods, improvements are made to prevent security breaches, improvements and new security measures. This study has been prepared in order to select the most appropriate criteria for the selection of Multicriteria Decision Making (MCDM) methods according to the cloud computing security requirements for an institution and to be able to make the most accurate decision in this regard. Analytical Hierarchy Process (AHP), Technique for Order Preference by Similarity to An Ideal Solution (TOPSIS) and Analytical Network Process (ANP) methods were used in the study.

Keywords— Cloud Computing, Security, Multi Criteria Decision Making, AHP, TOPSIS, ANP

I. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bulut bilişim, internet ağı üzerinden kullanıcıların erişimi dahilinde istediği yer ve zamanda gerekli işlemlerini yapabildiği bir teknolojidir. Bulut bilişim teknolojisinde yazılım hizmeti (SaaS), platform hizmeti (PaaS) ve sunucu altyapı hizmeti (IaaS) yer almaktadır. Bulut bilişim kullanıcılara pek çok farklı alanda yarar sağlamaktadır. Sağladığı bu yararların yanı sıra aynı zamanda çeşitli zorluklar da içermektedir. Çözülmesi gereken en önemli zorluk ise bulut bilişim güvenlik sorunudur [1].

Bu çalışmada bir banka ele alınarak yapılmıştır. Bir kurum için bulut bilişimde güvenliği sağlamak en önemli problemlerden biridir fakat güvenliği en üst düzeyde tutmak demek iyi demek değildir çünkü güvenlik dışında da kurumların ihtiyaç duyduğu ölçütler bulunmaktadır. Aynı zamanda güvenlik ölçütünün istenilen düzeyde olabilmesi için güvenlik gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Bulut bilişim güvenlik sorunu, kullanıcıların bulut bilişimi kullanmaya endişe duyacak kadar önemli bir sorundur. Aynı zamanda siber saldırılar için bulut bilişim hedef haline gelmiştir, bu yüzden güven problemi büyük önem arz etmektedir. Güvenin sağlanması ve kişisel bilgilerin korunması problemleri bankacılık sisteminin kurulduğu yıllarda da ortaya çıkmaktadır, ancak bu problemler devletlerin hukuki düzenlemeleri ile günümüzde aşılmıştır [2].

Bu çalışmada Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution (TOPSIS) ve Analitik Ağ Süreci (AAS) kullanılarak bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine göre ÇÖKV yöntemleri ile hizmet sağlayıcı seçimi problemi için uygulama yapılmıştır. Uygulama yapılırken, geçmişte yapılmış, var olan çalışmalardan yararlanılmış ve uzman görüşleri alınmış, ölçütler, alt ölçütler ve alternatifler belirlenmiş AHP, TOPSIS ve AAS ile çözüm yapılmıştır. Sonuç olarak en uygun hizmet sağlayıcısı seçilmiştir.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Yapılan çalışmanın ikinci bölümünde bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine göre hizmet sağlayıcısı seçimi problemi hakkında genel bilgiler ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ÇÖKV yöntemleri ele alınmıştır. Dördüncü bölümde bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine göre hizmet sağlayıcısı

seçimi ve ÇÖKV yöntemleri hakkındaki literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir. Bir kurum için bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine hizmet sağlayıcısı seçimi ile ilgili yapılan uygulamaya beşinci bölümde yer verilmiştir. Son bölüm olan altıncı bölümde ise yapılan çalışmanın sonuçları elde edilmiştir.

II. BULUT BİLİŞİM (CLOUD COMPUTING)

Bulut bilişim, web hizmetleri ile internet üzerinde veri depolayabilen ve istenilen zamanda, istenilen yerde hizmet sağlayan aynı zamanda ortak bilgi aktarımına izin veren bir hizmettir [3].

2.1. Servis Modelleri (Service Models)

Bulut bilişim servis modelleri: IaaS, SaaS ve PaaS olmak üzere üç hizmet modelinden oluşmaktadır.

– Servis olarak altyapı (Infrastructure as a Service - IaaS)

Bu yaklaşım “kullandığın kadar öde” sistemine göre çalışır. Daha çok bellek, veri depolama ve bant genişliği gibi işlemler için kullanılmaktadır. Bu hizmet çeşidi kullanıcılara sanal donanımlar sunmaktadır [4].

– Servis olarak yazılım (Software as a Service - SaaS):

Kullanıcıların bir başka yazılıma ihtiyaç duymadan, yalnızca internet tabanı üzerinden bulutta bulunan verilerine ve uygulamalarına ulaşabilmektedirler [3].

– Servis olarak platform (Platform as a Service - PaaS):

Bulut hizmeti veren servis sağlayıcılardaki işletim sistemlerinin, ara katmanların ve web sunucuların uzaktaki kullanıcıların kullanmasını sağlayan bir hizmettir. Kullanıcılara çalışabilecekleri bir platform sunmaktadır [4].

2.2. Dağıtım Modelleri (Distribution Models)

Dağıtım modelleri aşağıda altbaşlıklarda kısaca açıklanmıştır.

– Genel Bulut (Public Cloud):

Genel bulut uygulamaları, genel manadaki amaçlar için servis sağlayıcıları tarafından kullanıcılara sunulmuş bir hizmettir. Bu hizmetler, genellikle kullanılan kadar ödeme modeliyle ücretlendirilmektedir [3].

– Özel bulut (Private Cloud):

Veri güvenliği önemli olan her boyuttaki şirketler için sunulan bir hizmettir. Şirketler kendi bulut sistemlerini kurabilmektedir. Bu sistem, sadece şirket içerisinde ve ortak bir kullanıma açık fakat dışarıya kapalıdır [3].

- **Karma bulut (Hybrid Cloud):** İki veya daha fazla bulut dağıtım modelinin birleştirilmesiyle oluşan bir hizmettir. Esnek bir yapısı olduğundan güvenliğin daha önemli olduğu alanlarda özel bulut, güvenliğin az önemli olduğu alanlarda ise genel bulut dağıtım modeli kullanılmaktadır [3].
- **Topluluk bulut (Comunity Cloud):** Buluta ait hizmetlerin, belirli bir topluluğa sunulan hizmet türüdür. Bu yapıyı kullanan firmalar, bu hizmeti paylaşımlı bir biçimde kullanırlar ve aynı özelliğe sahip firmalar tarafından arka çıkmaktadır [3].

III. YÖNTEM (METHOD)

Hayatın hemen hemen her alanında seçim yapma problemi ile karşılaşmaktadır. Bu seçim problemini daha kolay ve doğru bir şekilde çözebilmek için ÇÖKV yöntemleri kullanılmaktadır. Ele alınan çalışmada ÇÖKV yöntemlerinden olan AHP, TOPSIS ve ASS yöntemleri kullanılmıştır. AHP yöntemi alternatifler arasından seçim yapmamızı sağlayan, kolay ve güvenilir bir yöntemdir [5]. TOPSIS yöntemi alternatifler arasında sıralama yapmak

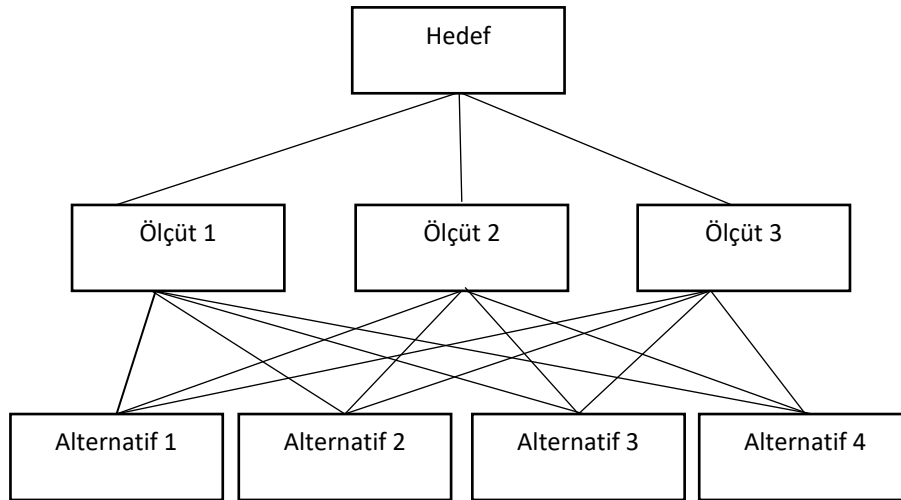
için kullanılmaktadır. Seçilecek olan alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak mesafede olması gerekmektedir [1]. AAS yöntemi ölçütler ve alt ölçütlerin etkileşimini inceleyen bir yöntemdir. AAS' de geri bildirim ağı oluşturularak değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu neticede değerlendirmeler ve puanlar ağ yapısında bir araya getirilerek en iyi alternatif belirlenmektedir [6].

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytical Hierarchy Process)

AHP, Saaty tarafından bulunan ÇÖKV problemleri için kullanılan bir matematiksel teoridir [7], [8]. AHP yönteminin adımları şunlardır:

1. Adım: Hiyerarşik yapının oluşturulması

Karar amacıyla en baştan başlayarak karar hiyerarşisi oluşturulmaktadır. Orta seviyede ölçütler ve en alt seviyede ise alternatifler bulunmaktadır. Şekil 1'de AHP yönteminin hiyerarşik yapısı bulunmaktadır [9].



Şekil 1. AHP Hiyerarşik Yapısı (AHP Hierarchical Structure)

2. Adım: İkili karşılaştırma matrisleri (A) ve üstünlüklerin belirlenmesi

Amaç, ölçütlere ve alt ölçütlere karar verildikten sonra ölçütlerin ve alt ölçütlerin kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için Eş. 1'de belirtilen (nxn) ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır. Karar verici, ölçüt matrisi veya alternatif matrisi için ölçütleri veya alternatifleri ikili olarak karşılaştırılmaktadır.

Eş. 1'de verilen ifade de bulunan her bir ölçütün, amaca olan katkısı açısından göreceli önemleri ve hedeflerin de ölçütler açısından üstünlükleri, uygulayanların yargılarına göre, ikili karşılaştırma yoluyla belirlenmektedir. Burada belirtilen üstünlüklerin belirlenmesi yönünden Tablo 1'de verilen önem ölçeği kullanılmaktadır [9].

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (1)$$

Tablo 1. AHP Önem Ölçeği (AHP Scale of Importance) [7]

Önem Düzeyi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derece önem	İki faktör aynı derecede önem taşır
3	Biraz fazla önemli	Faktörün biri diğerine göre biraz daha fazla önem taşır
5	Oldukça önemli	Faktörün biri diğerine göre oldukça önem taşır
7	Çok fazla önemli	Faktörün biri diğerine göre çok daha fazla önem taşır
9	Kesinlikle çok önemli	Faktörün biri diğerine göre kesinlikle daha fazla önem taşır
2, 4, 6 ve 8	Ara değerler	Tercih değerleri birbirine yakınsa kullanılır

3. Adım: Öz vektörün (görelî önem vektörünün) belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasının ardından sonraki adım, ilgili matristeki her bir bileşenin diğer bileşenlere göre önemini gösteren öz vektörün hesaplanmasıdır. Matrisin $n \times n$ boyutunda öz vektörü şu şekilde belirtilmektedir. $i=1,2,3, \dots, n$ ve $j=1,2,3, \dots, n$ olmak üzere;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (3)$$

Eş. 2 ve Eş. 3'te verilen ölçütlerin yüzde önem değer dağılımlarının belirlenmesi açısından $W = [w_i]_{n \times 1}$ sütun vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. W sütun vektörü, yukarı tarafta belirtilen b_{ij} değerlerinin oluşturduğu matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalamasından oluşturulmaktadır.

4. Adım: Öz vektörün tutarlılığının hesaplanması
Bütün ikili karşılaştırma matrisleri açısından tutarlılık oranı (CR) bulunmakta, bu bulunan oranın üst limitin 0,10 olması gerekmektedir. Bulunan oranın 0,10'un üzerinde olması durumunda karar vericinin tutarsızlığını ifade etmektedir. Bu durumda, yargılarda iyileştirilmeye gidilmesi gerekmektedir. CR değerine ulaşılması için ilk olarak A matrisindeki en büyük öz vektörünü hesaplamak gerekmektedir. Eş. 4. ve Eş. 5'te formüller verilmiştir. $i=1,2,3, \dots, n$ ve $j=1,2,3, \dots, n$ olmak üzere,

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [X_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times n} \quad (4)$$

$$\lambda_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (5)$$

Tutarlılık oranının hesaplanmasında gerekli olan bir diğer değer de rassallık endeksi (RI)'dir. Sabit sayılardan oluşan ve n değeri doğrultusunda belirlenen RI değerlerinin bulunduğu verilere Tablo 2'de yer verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda CR değerinin hesaplanması Eş. 6'da verilmiştir.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n - 1) * RI} \quad (6)$$

5. Adım: Hiyerarşik yapının genel sonucunun elde edilmesi

İlk dört adım, hiyerarşik yapının tamamı için hesaplanmaktadır. Ancak bu adımda hiyerarşik yapıdaki n adet ölçütün her birinin meydana getirdiği $m \times 1$ büyüklüğündeki üstünlük sütun vektörleri birleştirilerek $m \times n$ büyüklüğündeki DW karar matrisi elde edilmektedir. Oluşturulan matrisin ölçütler arası W üstünlük vektörüyle birlikte çarpılması sonucunda R sonuç vektörü elde edilmektedir [8]. Bu işlemler Eş. 7 ve Eş. 8'de verilmiştir. $i=1,2,3, \dots, m$ ve $j=1,2,3, \dots, n$ olmak üzere,

$$DW = [w_{ij}]_{m \times n} \quad (7)$$

$$R = DW \times V \quad (8)$$

3.2. TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution)

Yoon ve Hwang tarafından ÇÖKV tekniklerinden birisi olarak geliştirilmiştir TOPSIS yöntemini oluşturan düşünce çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüm için en kısa mesafe aynı zamanda negatif-ideal çözüm için de en uzak mesafeye göre oluşturulmuştur [10].

Tablo 2. Rassallık Endeksi Verileri (Rally Indeks Data) [9]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

TOPSIS metodunun adımları şu şekildedir:

1. Adım: Amaçların belirlenmesi ve değerlendirme ölçütlerinin belirtilmesi.

2. Adım: Karar matrisinin (D) oluşturulması
Karar matrisinin oluşturulmasında, alternatifler (a_1, \dots, a_n) alt alta gelecek şekilde sıralanmakta ve karşılarında bütün ölçütlerin her bir alternatif açısından gösterdikleri özellikler (y_{1k}, \dots, y_{nk}) listelenmektedir. Karar matrisinin oluşturulması Eş. 9'da verilmiştir [8].

$$D = \begin{bmatrix} y_{11} & \dots & y_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{n1} & \dots & y_{nk} \end{bmatrix} \quad (9)$$

3. Adım: Normalleştirilmiş karar matrisinin (R) oluşturulması

Karar matrisindeki ölçütlerin her birinin sahip olduğu puan, özelliklerin kareleri toplamının karekökü alınarak oluşturulan matris normalize edilmektedir. Normalleştirme işleminin yapabilmek adına aşağıdaki ilk eşitlik kullanılmaktadır. Normalizasyon işlemi sonucunda Eş 10 ve Eş. 11'de gösterilen R matrisi elde edilmektedir [8].

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}} \quad (10)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & r_{nk} \end{bmatrix} \quad (11)$$

4. Adım: Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin (V) oluşturulması

w_j : ayrı ayrı her bir j. ölçütünün ağırlığı olmak üzere, amaç için normalize edilmiş olan karar matrisinin elemanlarının ölçütlere verilen önemler doğrultusunda görelî ağırlık değerlerine ulaşılmaktadır. Eş. 12'de gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & \dots & w_{nk} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Daha sonra verilen R matrisinin ayrı ayrı bütün sütunundaki elemanlar W matrisinde elde edilen

ilgili w_{ij} değeri ile çarpılarak Eş. 13'te verilen V matrisi oluşturulmaktadır [10].

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{n1} & \dots & v_{nk} \end{bmatrix} \quad (13)$$

5. Adım: İdeal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümlerin oluşturulması

Pozitif ideal çözüm ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin optimal performans değerlerinden oluşmaktadır. Bunun yanında negatif ideal çözümünde ise en kötü değerlerinden elde edilmektedir. Çözümler Eş. 14 ve Eş. 15'te yer verildiği gibi hesaplanmaktadır [11].

$$A^* = \{(\max_i V_{ij} | j \in J), (\min_i V_{ij} | j \in J')\}$$

$$A^- = \{(\min_i V_{ij} | j \in J), (\max_i V_{ij} | j \in J')\} \quad (14)$$

Her iki formülde de I fayda (maksimizasyon) ve J ise maliyet (minimizasyon) değerini belirtmektedir. A^* denkleminde bulunan değerler $A^* = \{v_{1*}, v_{2*}, \dots, v_{n*}\}$ şeklinde ve A^- denkleminde elde edilen değerler $A^- = \{v_{1-}, v_{2-}, \dots, v_{n-}\}$ biçiminde gösterilmektedir [8].

6. Adım: Ayırım ölçülerinin hesaplanması

Alternatiflerin aralarındaki ayırım (mesafe) bulunmaktadır. Her bir alternatif için pozitif- ideal çözümle arasındaki olan mesafe Eş. 15 kullanılarak bulunmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (15)$$

Eş 16'da yer alan aynı işlemler negatif- ideal çözümden olan mesafesine göre yinelenmektedir.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (16)$$

7. Adım: İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması

Eş.17 ve Eş.18 yardımıyla ideal çözüm doğrultusunda yakınlık (C_i^*) hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{(S_i^+ + S_i^-)} \quad (17)$$

$$0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (18)$$

8. Adım: Alternatifler elde edilen ideal çözüm ışığında yakınlık (C_i^*) değerlerine göre sıralanmaktadır. Bulunan en büyük C_i^* değeri seçilmektedir [10].

3.3. Analitik Ağ Süreci (Analytical Network Process)

Ele alınan bazı problemler hiyerarşik yapıya sahip olmadıkları halde problemin çözümünde ele alınan ölçütler, alt ölçütler ve alternatifler birbirleri arasında etkileşim halinde bulunabilmektedir. Karar vermede en etkili olan ölçütler arasındaki ilişkileri gözeterek AAS yöntemi bir bakıma, AHP' nin daha da genelleştirilmiş hali kabul edilmektedir.

AAS, sayısal faktörlerde ifadenin mümkün olmadığı veya zor olduğu durumlarda da iyi bir çözümleyicidir. AAS, AHP ile kıyaslandığı zamanlarda daha karmaşık olan problemlerde karar vermek için uygulanabilmektedir.

AAS yönteminin uygulama adımları şu şekildedir:

1. Adım: Karar verme probleminin belirlenmesi

2. Adım: İlişkilerin belirlenmesi

Ölçütler ve alt ölçütler arasındaki etkileşimler belirlenmektedir.

3. Adım: Ölçütler arası ikili karşılaştırmaların yapılması

4. Adım: Tutarlılığın hesaplanması

Her bir karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı (CR) hesaplanmaktadır. Eğer hesaplanan değerler 0,10'dan küçükse matris tutarlı kabul edilmektedir.

5. Adım: Süpermatrislerin sırayla oluşturulması
Ağırlıklandırılmamış süpermatris: Süpermatrisler, problemin kendisini oluşturan ölçütler, alt ölçütler ve alternatifler arasındaki bütün etkileşimlerin hesaplamaya dahil edildiği üstünlük vektörlerinin oluşturduğu bir kare matristir.

- Ağırlıklandırılmış süper matris: Ağırlıklandırılmamış süpermatriste bulunan her bir sütun toplamının 1'e eşitlenmiş halidir.
- Limit Süper matris: Ağırlıklandırılmış süpermatriste bulunan satırların değişmeye kadar kuvvetinin alınması sonucu oluşturulmaktadır.

6. Adım: En iyi alternatifin belirlenmesi

Alternatifler, limit süper matris ve ölçüt ağırlıklarının bulunması sonucu bu değerler arasından en uygun olan alternatifin seçilmesi ile gerçekleştirilmektedir [12].

IV. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

(LITERATURE REVIEW)

Firmaların bünyelerinde bulunan büyük verileri güvenli, düzenli ve kontrollü bir şekilde depolayabilmesi ve her zaman verimli, hızlı ve

güvenilir bir biçimde kullanabilmesi zor bir durumdur. Bu zorluğun aşılabilmesi amacıyla optimal bulut bilişim hizmet sağlayıcısının seçilmesi gerekmektedir. Bu seçimin mümkün olması kendileri için uygun olan ölçütleri belirleyip, önem ağırlıklarına göre sıralamaları gerekmektedir. Bu belirlenenlerle birlikte farklı metodlar kullanılarak seçim yapılmaktadır ve bununla birlikte araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalar ise burada özetlenerek verilmiştir.

Saaty [9] çalışmasında, AHP'ye giriş yapmıştır. Çok ölçütlü bir karar faktörlerinin hiyerarşik bir yapıda düzenlendiği yaklaşımları ele almıştır. Saaty [7], çalışmasında bilinçli olarak veya bilinçsizce bazı kararları aldığımızı söyleyerek aynı zamanda çok fazla bilginin her zaman doğru olmadığını savunarak AHP yöntemini anlatmıştır. Ve birçok AHP nin kullanıldığı yerlere örnekler vermiştir. Shyijty vd. [11], çalışmalarında bir tekstil endüstrisi için en uygun bakım stratejisini seçmeyi amaçlamışlardır ve bu seçimi yaparken AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Supçiller ve Çapraz [8], AHP-TOPSIS yöntemlerini kullanarak tedarikçi seçimi uygulaması yapmışlardır. Monjezi vd. [10], çalışmalarında TOPSIS yöntemini kullanarak Tajareh adlı kireçtaşı madenindeki patlatma işlemini araştırmaya ve en uygun patlatma modelini seçmeye çalışmışlardır. Özcan vd. [12], Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları için yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi için AAS ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Bağ vd. [13], çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemini ele alarak, problemi çözmek için 0-1 hedef programlama yönteminden yararlanmışlardır. Hedef programlamanın ağırlıklarını belirlemek için ÇÖKV yöntemlerinden olan AAS yönteminden yararlanmışlardır. Bu çözümü, Kırıkkale'de bir devlet hastanesinde uygulamışlardır. Çakır ve Kutlu Karabıyık [6], tedarikçi seçimi için ÇÖKV yöntemlerinden olan AAS ve ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) yöntemlerini kullanmıştır. Asoğlu ve Eren [14], çalışmalarında ÇÖKV yöntemlerinden AHP, TOPSIS ve PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemlerini kullanarak bir işletmede kargo şirketi seçimi yapmışlardır. Ertuğrul ve Vanlıoğlu [15], çalışmalarını bir KOBİ' de uygulama olarak yapmışlardır. ÇÖKV yöntemleri olan AHP ve TOPSIS ile çözüm yapmışlardır. Bu çözüm yeni kurulan veya büyümekte olan firmalar için alternatifler belirleyerek uygulamışlardır.

Sevli ve Küçüksille [16], hayatın her anında büyük bir öneme sahip olan ve küçük yaşlardan itibaren verilmeye başlanan eğitimde verilen hizmetlerin verimli bir biçimde yürütülebilmesi amacıyla bulut bilişim hizmet sağlayıcılarından yararlanılmasının gerekliliğini belirterek bir çalışma da bulunmuşlardır. Çalışmalarında bulut bilişim hizmet sağlayıcıları tarafından sunulan kurulum, güncellemeler, altyapı hizmeti ve yazılım yürütülmekte ancak bulut kullanıcıları altyapı için yatırımda bulunmamaktadırlar. Bu sorunu ele alarak sorunun getirisini eğitim sektöründe, öğretim sürecine var olandan daha fazla kaynak kullanma imkânı olarak sunmuşlardır. Küçüksille vd. [3], akıllı mobil cihaz teknolojilerini ele almışlardır. Ele aldıkları bu konunun içerisinde bulunan bulut bilişimin kullanımı da kaçınılmaz olduğundan bulut bilişim ve mobil cihaz teknolojilerini birlikte değerlendirerek gelecek hakkındaki fikirlerini söylemişlerdir. Sarıtaş ve Üner [17], bulut bilişim; mobil üzerinden öğrenme, aktif olarak öğrenme ve bunlar gibi farklı eğitime yönelik faaliyetleri destekleyen bulut teknolojisinin eğitimde nasıl kullanılabileceğinin analizini yapmışlar, böylelikle de bulut bilişim teknolojisi ve uygulamalarının eğitim sektörü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Şengül ve Bostan [2], çalışmasında bulut bilişimin önemli bir problemi olan güvenliğin sağlanmasındaki standartların değerine değinmişler ve Türkiye de bulunan sayısal güvenlik standardı çalışmalarını anlatmışlardır. Kozan vd. [4], bulut bilişim teknolojisini kontrollü ve verimli kullanabilmek için eğitim sektörü içerisinde bulunan kurumlarda ne tür çözümlerin olabirliğini belirtmişler ve aynı zamanda bazı öneriler de bulunmuşlardır. Yarıkaş ve Bilgen [18] çalışmalarında bulut bilişim teknolojilerinin sorunlarının önem dereceleri doğrultusunda evrensel firmalar ve yerel firmalar arasında karşılaştırma yapmışlardır. Özdemir ve Gökgöz [19], çalışmalarında bulut bilişim alanında yer alan güçlü veri yedekleme ve kurtarma tekniklerini inceleyerek, felaket kurtarma tekniklerinin incelemesini yapmışlardır. Uslu vd. [1], çalışmalarında TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak orta ölçekli bir firmada bulut bilişim hizmet sağlayıcısı sıralaması yapmışlardır. Xu [20], çalışmasında bulut bilişimi bulut üretimini anlatmıştır. Müşteriler bulut hizmetlerini gereksinimlerine göre kullanabilir ve hizmet talep edebilirler bu yüzden imalat sektörü için bulut üretimini önermiştir. Zissis ve Lekkas [21], çalışmalarındaki ilk olarak benzersiz güvenlik

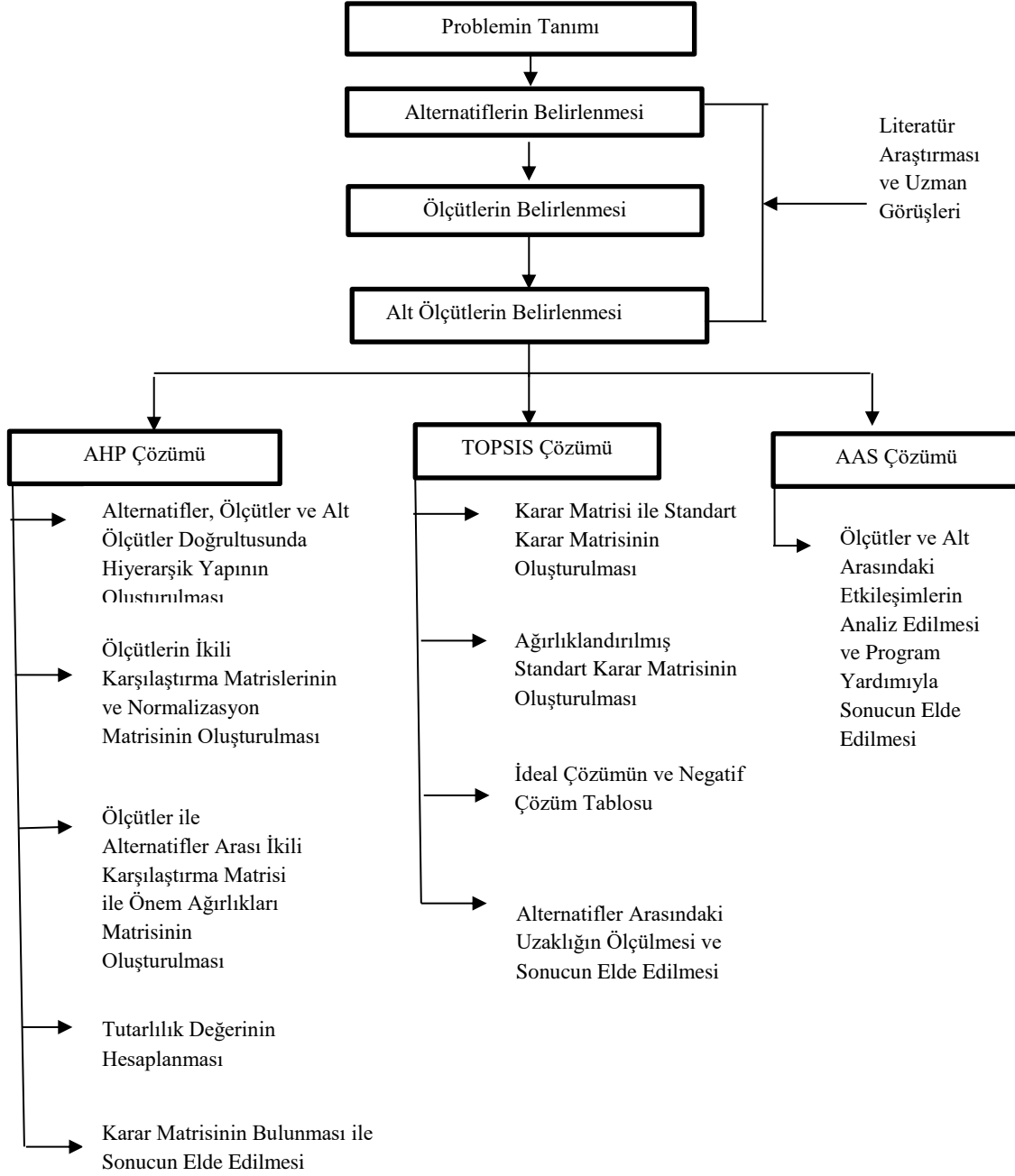
gereksinimlerini belirleyerek bulut güvenliğini değerlendirmiş ve daha sonra bu potansiyel tehditleri ortadan kaldıran uygulanabilir bir çözüm sunmaya çalışmışlardır. Supriya vd. [22], yapmış oldukları çalışmada ÇÖKV yöntemleri ile hizmet sağlayıcılarını, güvenliği baz alarak alt yapı parametrelerine göre sıralamışlardır. Arora ve Parashar [23], bilgi teknolojisi üzeri bulut bilişimin gelişim süreçlerini ele almışlardır. Yaptıkları çalışmalarında bulut bilişim güvenlik sorunlarını, servis sağlayıcıların karşılaştıkları sorunları bulut bilişim mühendislerinin sunduğu güvenlik algoritmasını incelemişlerdir. Marston vd. [24], bulut bilişim endüstrisi için güçlü zayıf yanları, fırsatları ve tehditleri, bulut bilişimin karşılaştığı sorunları tespit etmiştir. Sarımehtem vd. [5], yapmış oldukları çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak Kırıkkale’de güzergâh belirleme problemi hakkında uygulama yapmışlardır.

V. UYGULAMA (EXPERIMENT)

Yapılan bu çalışmada AHP, TOPSIS ve AAS yöntemlerine başvurulmuştur. Bulut bilişim güvenlik problem çözümünde seçilen alternatifler, ölçütler ve alt ölçütler literatür araştırması ve uzman görüşleri sonucu belirlenmiştir. Toplamda 4 alternatif, 5 ölçüt ve 8 alt ölçüt kullanılmıştır. Bu alternatifler, Microsoft Azure (MA), Google Cloud (GC), IBM Bulut (IB), Yandex Disk (YD)’dir. Elde edilen ölçütler, siber saldırı/güvenlik açığı (SS), yönetim yetersizliği (YY), veri koruması (VK), çalışan davranışları (ÇD), kullanılabilirlik (K), alt ölçütler ise kimlik bilgisi gizliliği, risk yönetim uyumu, güvenlik ihlali, servis kullanılabilirliği, servis sağlayıcılar arası iletişim başarısızlıkları, bulut çalışanlarının erişilebilirliği, bulut çalışanlarının niteliği, yasal olmayan erişimdir. Çözüm sonuçları göz önüne alınarak en uygun hizmet sağlayıcı seçilmiştir.

5.1. Problemin Tanımı (Definition of the Problem)

Bulut bilişimin yaygınlaşması hizmet modellerinde güvenlik ihlallerine neden olmuştur. Bununla birlikte her hizmet modelinin farklı güvenlik ihtiyacına neden olması ve kurumlar arası güvenlik sorumluluğunun farklı pozisyonda çalışan kişilere verilmesi güvenlik ihlallerine yol açmaktadır. Bundan dolayı verilerin güvenli bir şekilde depolanabilmesi gerekmektedir. Bu gereksinimden dolayı bulut bilişim hizmet sağlayıcılar arasından en uygun olanı seçmek zorlaşmıştır.



Şekil 2. Problem Akış Şeması (Problem Flow Chart)

Bu çalışmada da bir banka üzerinden son dönemlerde popüler hale gelen bulut bilişimde güvenlik konusu ele alınmış, bankalarda kayıtlı müşteri ve hesap bilgilerinin güvenliğinin sağlanması önemli bir unsurdur. Bankaya kayıtlı hesap bilgilerinin güvenliğinin sağlanamaması ise bankalara yasal birçok yaptırımların yapılması anlamına gelmekte ve bu güvenliğin sağlanamamasının maliyeti yüksektir. Bu nedenle bu çalışmada bankanın verilerini güvenlik ihlaline karşı depolayabilmesi için en uygun hizmet sağlayıcısı seçimi yapılmıştır. Güvenlik gereksinimlerine göre literatür

araştırması ve uzman görüşleri yapılarak ölçüt, alt ölçüt ve alternatifler belirlenmiştir. Belirlenen bu kısımlar ile AHP, TOPSIS ve AAS yöntemlerinde çözümler yapılmıştır.

5.2. Problem Akış Şeması (Problem Flow Chart)

Bu çalışmada kullanılan problem şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.

5.3. Alternatifler (Alternatives)

Bu çalışmada kullanılan alternatifler literatür araştırması ve uzman görüşleri yararlanılarak belirlenmiş alternatifler MA, GC, IB, YD olup Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Alternatifler Tablosu (Alternatives Table)

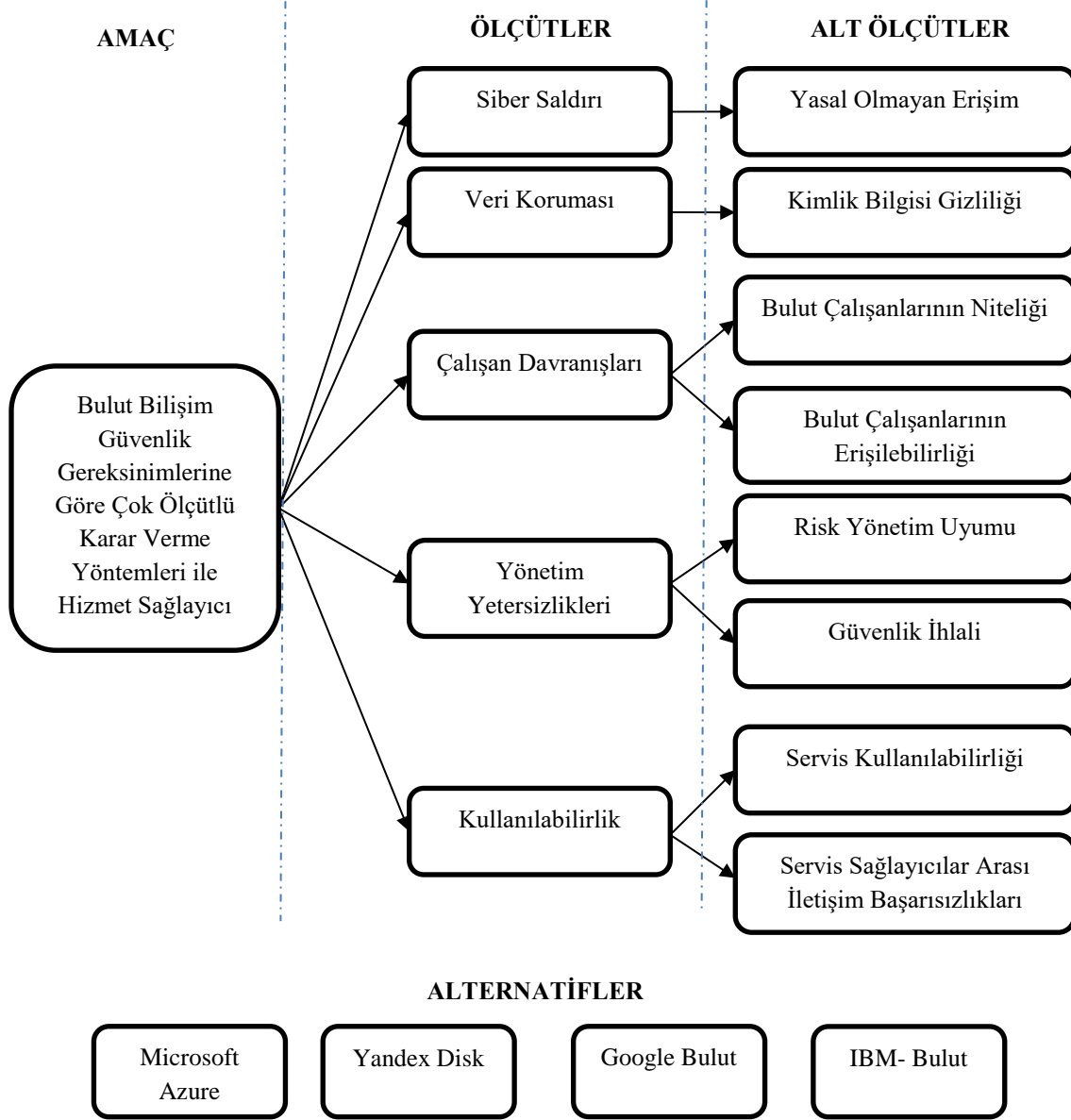
Alternatifler	Açıklamalar
Microsoft Azure (MA)	Microsoft tarafından piyasaya sürülen Windows Azure Platformu, bulut bilişim uygulamalarını ve hizmetlerini basit, güvenilir ve güçlü bir şekilde oluşturmak ve yönetmek için uygun bir platformdur. Bu platform IaaS ve PaaS servis modellerini kapsamaktadır.
Google Cloud (GC)	Google'in sunduğu bulut bilişim platform hizmetlerinin bir parçasıdır. Google'ın kendi altyapısı üzerinden verdiği bir servistir. Bu verilen serviste; PaaS, sanal makineler, veri çözümleri, uygulama hizmetleri gibi birçok servis mevcuttur. Google Cloud Platform üzerinde karmaşık uygulamaları çok basit web sitelerinden yapılabilmektedir.
IBM Bulut (IB)	IBM firması tarafından sunulan bir bulut hizmeti platformudur. Gelişen veri hayatında karşılaşılan olumsuzlukları çözmek ve fırsatları en iyi biçimde değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır.
Yandex Disk (YD)	Yandex firmasına aittir, sunucularında olan dosyaların güvenli bir şekilde depolanması ve diğer kullanıcılarla paylaşmak için oluşturulan bir bulut hizmet platformudur.

Tablo 4. Ölçütler Tablosu (Criteria Table)

Ölçütler	Açıklamalar
Siber saldırı/güvenlik açığı (SS)	Bilgileri ele geçirmek ya da bu alanı kullanılmaz hale getirmek amaçlı yapılan saldırıdır. Yasal olmayan erişim alt ölçütlerini içerir ve uygun olmayan yollarla verilere ulaşma anlamına gelmektedir.
Yönetim yetersizliği (YY)	Uygulama gelişimi için politikalar, prosedürler ve standartlar üzerine gözetim ve kontroldeki eksikliklerdir. Algılama, raporlama ve güvenlik ihlallerine müteakip yönetim eksikliklerini kapsamaktadır. Risk yönetim uyumu ve güvenlik ihlali alt ölçütlerini kapsar. Risk yönetimi, risk ve yapılabilmesini sağlayan bir süreçtir. Güvenlik ihlali, İş uygulamaları veya veri güvenliği ile uymayan, istenmeyen veya beklenmeyen olaydır.
Veri koruması (VK)	Bulut bilişim hizmet sağlayıcısının veri işlemlerinin kontrolü zor olabilir, bu sebepten dolayı verinin yasal bir biçimde yönetildiğinden emin olunmalıdır. Veri korumasında alt ölçüt olarak kimlik bilgisi gizliliği ele alınır. Kimlik bilgisi gizliliği kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye (tüketici, müşteri, şirket ortağı, acenta sahibi, işçi, çalışan vb.) ait her çeşit bilgiyi ifade eder.
Çalışan davranışları (ÇD)	Bulut çalışanlarının erişilebilirliği ve niteliğini içine alan ölçüttür. Bulut içerisinde verilen erişim izni ve yetkilerin kötü niyet ile kullanılması gibi bu eylemlerin sebep olduğu hasarlar diğer riskler olarak tanımlanır. Bulut çalışanlarının erişilebilirliği, bulut bilişimde yer alan görevlilerin verilere ulaşabilmesidir. Bulut çalışanlarının niteliği, bulut bilişimde yer alan görevlilerin, çalıştıkları alana olan kabiliyetleri veya bilgileridir.
Kullanılabilirlik (K)	Kullanılabilirlik, herhangi bir yerde herhangi bir anda kullanıcıların servisleri kullanabilmesini garantilemek anlamına gelir. Servis kullanılabilirliği ve servis sağlayıcılar arası iletişim başarısızlıkları ölçütlerini kapsar. Servis kullanılabilirliği, kullanmak istediğimiz servis sağlayıcısını, istediğimiz yer ve koşullarda aktif bir şekilde kullanmaktır. Servis sağlayıcılar arası iletişim başarısızlıkları, en az iki servis arasındaki iletişim kopukluğu veya hiç iletişim olmamasıdır.

5.4. Ölçütler (Criteria)

Bu çalışmada kullanılan ölçütler ve alt ölçütler literatür araştırması ve uzman görüşleri sayesinde belirlenmiştir. Toplamda 5 adet ölçüt, 8 adet alt ölçüt bulunmuştur. Problem çözümünde kullanılan ölçütler, SS, YY, VK, ÇD, K; alt ölçütler de kimlik bilgisi gizliliği, risk yönetim uyumu, güvenlik ihlali, servis kullanılabilirliği, servis sağlayıcılar arası iletişim başarısızlıkları, bulut çalışanlarının erişilebilirliği, bulut çalışanlarının niteliği, yasal olmayan erişim şeklindedir. Ölçütler ve alt ölçütler Tablo 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Hiyerarşik Yapı (Hierarchical Structure)

5.5. Problemin Çözümü (Solution of the problem)

Çalışmanın bu kısmında bulut bilişimde güvenlik probleminin çözümü için en optimal hizmet sağlayıcısının bulunması ÇÖKV yöntemleri arasında AHP, TOPSIS ve AAS metotları kullanılarak elde edilmiştir. Bu çözüm yolları ile elde edilen sonuçlar bu kısımda yer almaktadır.

5.5.1. Problemin AHP yöntemi ile çözümü (Solution of the problem with AHP method)

Burada AHP yöntemi kullanılarak çözüm yapılmış ve en uygun alternatif bulunmuştur.

Adım 1: Hiyerarşik yapının oluşturulması Şekil 1'de belirtilen hiyerarşi yapısından yararlanılarak Şekil 3 oluşturulmuştur.

Adım 2: Ölçütlerin birbirleriyle ve alternatiflerin ölçütlere göre ikili karşılaştırma Matrislerin Oluşturulması

Tablo 1'de gösterilen önem ağırlık tablosundan yararlanılarak oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 5'te gösterilmiştir.

Adım 3: Normalizasyon matrisinin bulunması AHP çözümünde anlatıldığı gibi normalizasyon matrisi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5. Ölçütlerin İkili Karşılaştırma(A) Matrisi (Binary Comparison Matrix of Criteria)

Ölçütler	SS	YY	VK	ÇD	K	W Matrisi
SS	0,040	0,014	0,050	0,031	0,052	0,037
YY	0,200	0,070	0,050	0,043	0,093	0,091
VK	0,120	0,211	0,150	0,071	0,233	0,157
ÇD	0,280	0,352	0,450	0,214	0,155	0,290
K	0,360	0,352	0,300	0,642	0,466	0,424
TOPLAM	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tablo 6. Normalizasyon Matrisi (Normalization Matrix)

Ölçütler	SS	YY	VK	ÇD	K
SS	1	1/5	1/3	1/7	1/9
YY	5	1	1/3	1/5	1/5
VK	3	3	1	1/3	1/2
ÇD	7	5	3	1	1/3
K	9	5	2	3	1
TOPLAM	25	141/5	62/3	42/3	21/7

Adım 4: Problemin çözülmesi Siber saldırı ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi AHP anlatımında belirtildiği gibi Tablo 7'de gösterilmiştir. Siber saldırı ölçütü için önem ağırlıkları matrisi Tablo 8'de gösterilmiştir.

Siber saldırı için yapılan ikili karşılaştırma ve önem ağırlıkları matrisi diğer ölçütler için de uygulanmıştır.

Tablo 7. Siber Saldırı İçin İkili Karşılaştırma Matrisi (Binary Comparison Matrix for Cyber Attack)

Alternatifler	MA	YD	GC	IB
MA	1	5	7	4
YD	1/5	1	1/2	1/3
GC	1/7	2	1	1/3
IB	1/4	3	3	1
TOPLAM	13/5	11	111/2	52/3

Tablo 8. Siber Saldırı İçin Önem Ağırlıkları Matrisi (Significance Weights Matrix for Cyber Attack)

Alternatifler	MA	YD	GC	IB	W Matrisi
MA	0,628	0,455	0,609	0,706	0,599
YD	0,126	0,091	0,043	0,059	0,080
GC	0,090	0,182	0,087	0,059	0,104
IB	0,157	0,273	0,261	0,176	0,217
TOPLAM	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Adım 5: Tutarlılıkların hesaplanması AHP çözümünde belirtildiği gibi tutarlılık matrisinin hesaplanması Tablo 9'da gösterilmiştir.

seçilmiştir. Sonuç tablosu Tablo 11'de gösterilmiştir.

Adım 6: Karar matrisinin bulunması AHP çözümünde belirtildiği gibi karar matrisinin hesaplanması Tablo 10'da gösterilmiştir.

Adım 7: Sonuç AHP adımları tamamlandıktan sonra çıkan en büyük sonuç optimal hizmet sağlayıcı olarak

Tablo 9. Tutarlılık Tablosu (Calculation of consistencies)

Ölçütler	Tutarlılık Oranı	Tutarlı mı? (E/H)
SS	0,062	0,062<0,1 E
YY	0,092	0,092<0,1 E
VK	0,055	0,055<0,1 E
ÇD	0,086	0,086<0,1 E
K	0,069	0,069<0,1 E

Tablo 10. Karar Matrisi (Decision Matrix)

Ölçütler Alternatifler	SS	YY	VK	ÇD	K
MA	0,599	0,246	0,054	0,554	0,114
YD	0,080	0,598	0,333	0,287	0,053
GC	0,104	0,102	0,102	0,055	0,490
IB	0,217	0,055	0,511	0,104	0,353

Tablo 11. Sonuç Tablosu (Result Table)

Alternatifler	Ağırlıklar
MA	0,262
YD	0,215
GC	0,253
IB	0,270

5.5.2. Problemin TOPSIS Yöntemi ile çözümü (Solution of the problem with TOPSIS method)

Burada problemin çözümü için TOPSIS yöntemi kullanılarak çözüm yapılmış ve en uygun alternatif bulunmuştur.

Adım 1: Karar matrisinin (A) oluşturulması

TOPSIS konu anlatımında belirtilen karar matrisi oluşturma yapısına göre oluşturulan karar matrisi Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. Karar Matrisi (Decision Matrix)

Ölçütler Alternatifler	SS	YY	VK	ÇD	K
MA	0,599	0,246	0,054	0,554	0,114
YD	0,080	0,598	0,333	0,287	0,053
GC	0,104	0,102	0,102	0,055	0,490
IB	0,217	0,055	0,511	0,104	0,353

Adım 2: Standart karar matrisinin ve ağırlıklı standart karar matrislerinin oluşturulması

TOPSIS konu anlatımında belirtilen standart karar matrisi Tablo 13'te ve ağırlıklı standart karar matrisi Tablo 14'te gösterilmiştir.

Adım 3: İdeal ve negatif ideal çözüm setinin bulunması

İdeal ve negatif ideal çözüm Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 13. Standart Karar Matrisi (Standard Decision Matrix)

Ölçütler Alternatifler	SS	YY	VK	ÇD	K
MA	0,921	0,374	0,087	0,873	0,185
YD	0,123	0,910	0,536	0,452	0,086
GC	0,160	0,155	0,164	0,087	0,794
IB	0,334	0,084	0,823	0,164	0,572

Tablo 14. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (Weighted Standard Decision Matrix Table)

Ölçütler Alternatifler	SS	YY	VK	ÇD	K
MA	0,034	0,034	0,014	0,253	0,078
YD	0,005	0,083	0,084	0,131	0,036
GC	0,006	0,014	0,026	0,025	0,337
IB	0,012	0,008	0,129	0,048	0,243

Tablo 15. İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Seti Tablosu (Ideal And Negative Ideal Solution Set Table)

Ölçütler	A ⁺	A ⁻
SS	0,034	0,005
YY	0,083	0,008
VK	0,129	0,014
ÇD	0,253	0,025
K	0,337	0,036

Adım 4: Ayrım ölçülerinin hesaplanması

S+: İdeal çözüme en yakın olan uzaklık

S-: İdeal çözüme en uzak olan uzaklık

TOPSIS konu anlatımında belirtilen ayrım ölçümlerini oluşturma yapısına göre oluşturulan ayrım ölçümleri Tablo 16'da gösterilmiştir. Ağırlıklı standart karar matrisi Tablo 17'de gösterilmiştir.

Adım 5: İdeal çözüme göre yakınlığın hesaplanması

TOPSIS konu anlatımında belirtilen ideal çözüme göre yakınlığın oluşturulması yapısına oluşturulan Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 16. Ayrım Ölçütleri Tablosu (Discrimination Criteria Table)

Alternatifler	S ⁺	S ⁻
MA	0,287	0,235
YD	0,329	0,148
GB	0,261	0,301
IB	0,239	0,238

Tablo 17. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (Weighted Standard Decision Matrix Table)

Ölçütler Alternatifler	SS	YY	VK	ÇD	K
MA	0,034	0,034	0,014	0,253	0,078
YD	0,005	0,083	0,084	0,131	0,036
GC	0,006	0,014	0,026	0,025	0,337
IB	0,012	0,008	0,129	0,048	0,243

Tablo 18. İdeal Çözüme Göre Yakınlık Tablosu (Proximity Table According to the Ideal Solution)

Alternatifler	C [*]
MA	0,450
YD	0,310
GC	0,535
IB	0,498

5.5.3. Problemin AAS yöntemi ile Çözümü
(Solution of the problem with ANP method)

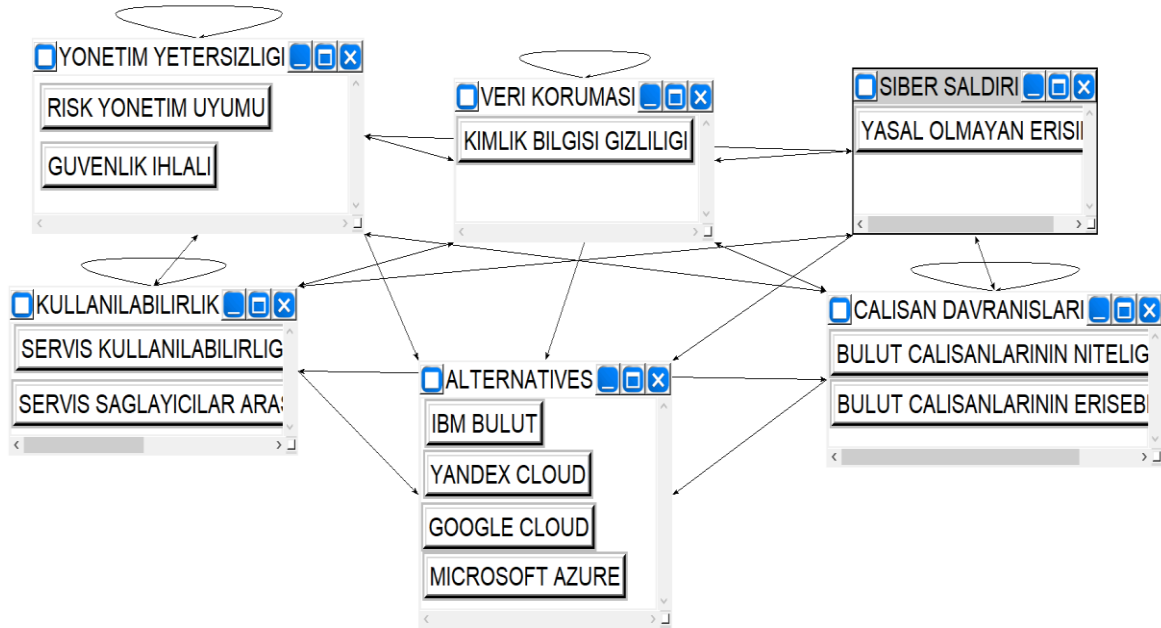
Problemin çözümünde AAS yöntemi kullanılmıştır. AAS çözümü Super Decision 1.6.0.

programından yardım alınarak yapılmış ve en uygun alternatif bulunmuştur.

Adım 1: Ölçütlerin ve alt ölçütlerin belirlenmesi

Adım 2: Ölçütler ve alt ölçüt arasında etkileşimler analiz edilerek birbirine etkileyen ölçütler belirlenmiş ve Super Decision 1.6.0. programıyla bağlantılar yapılmıştır. Ağ yapısına Şekil 4'te yer verilmiştir.

Adım 3: Super Decision 1.6.0. programın sonucunda ölçütün öncelik değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Ağ Yapısı (Network Structure)

Here are the priorities.				
Icon	Name		Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Google Bulut		0.23780	0.033474
No Icon	IBM Bulut		0.28542	0.040177
No Icon	Microsoft Azure		0.24120	0.033952
No Icon	Yandex Disk		0.23557	0.033160
No Icon	Servis Kullanılabilirliği		0.45151	0.149540
No Icon	Servis Sağlayıcılar Arası İletişim Başarısızlıkları		0.54849	0.181657
No Icon	Yasal Olmayan Erişim		1.00000	0.085440
No Icon	Kimlik Bilgisi Gizliliği		1.00000	0.147915
No Icon	Güvenlik İhlali		0.50000	0.051706
No Icon	Risk Yönetim Uyumu		0.50000	0.051706
No Icon	Bulut Çalışanlarının Erişebilirliği		0.59433	0.113679
No Icon	Bulut Çalışanlarının Niteliği		0.40567	0.077594

Şekil 5. Ölçütlerin Öncelik Değerleri (Priority Values of Criteria)

5.6. Sonuçların Karşılaştırılması (Comparison of results)

Uygulamada yapılan çözümlere göre AHP, TOPSIS ve AAS çözümlerinden çıkan sonuçların karşılaştırılması Tablo 19'da yer almaktadır.

Tablo 19. Sonuçların Karşılaştırılması (Comparison of Results)

Alternatifler	AHP Çözümü		TOPSIS Çözümü		AAS Çözümü	
	Ağırlık	Sıralama	Ağırlık	Sıralama	Ağırlık	Sıralama
MA	0,262	2	0,450	3	0,241	2
YD	0,215	4	0,310	4	0,235	4
GC	0,253	3	0,535	1	0,237	3
IB	0,270	1	0,498	2	0,285	1

Sonuçlara bakıldığında AHP ve AAS sıralaması aynı çıkmıştır. Fakat TOPIS sıralamasında farklılık vardır. İlk olarak AHP yapılmıştır doğruluğun kesin olması açısından da başka bir yöntem denenmek istenmiştir ve ÇÖKV yöntemlerinden olan TOPSIS'e başvurulmuştur. Fakat AHP ile TOPSIS'deki sıralamalar farklı çıktığı için yine ÇÖKV yöntemlerinden olan AAS yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında, görüldüğü gibi AHP ve AAS yöntemlerindeki alternatiflerin ağırlıkları arasındaki fark çok azdır. TOPSIS sonuçlarına bakılınca birinci alternatif GC ikinci alternatif IB olarak görülmektedir. AHP ve AAS de ise birinci olarak IB ikinci olarak da MA çıkmıştır. Bu üç yöntem için ortak olan IB en uygun olarak seçilmiştir. Seçilen uygun alternatif TOPSIS de ikinci sırada çıksa da birinci sırada olan GC ile ikinci sırada olan IB arasında fazla bir fark olmadığından IB en uygun olarak seçilmiştir. AHP ile AAS' nin aynı sıralamada ve alternatifler arasında fazla fark olmaması da sonucu desteklemektedir. Çünkü tek başına AHP yöntemi uygulanmış olsaydı çıkan sonuçtan emin olunamazdı. AAS'de alt ölçütte kullanılarak AHP sıralaması desteklemiştir.

VI. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS)

Gelişen teknoloji ve bunun beraberinde oldukça yaygın hale gelen internet kullanımı neticesinde verilerin güvenli bir şekilde depolanması oldukça önemli bir sorun haline gelmiştir [1,25]. Depolama yapılabilecek birçok bulut bilişim hizmet sağlayıcısı olmasından ötürü bu alternatifler arasından seçim yapmak oldukça karmaşık bir hal almaktadır. Bu karmaşadan kurtulmak ve en iyi seçimi yapmak için ÇÖKV yöntemlerinden yararlanarak bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine göre en uygun hizmet sağlayıcısı belirlenmiştir.

Çalışmada ele alınan bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine göre hizmet sağlayıcısı seçimi probleminde, IB, GC, YD, MA alternatifleri ve siber saldırı/güvenlik açığı, yönetim yetersizliği, veri koruması, çalışan davranışları ve kullanılabilirlik ölçütleri ile kimlik bilgisi gizliliği, risk yönetim uyumu, güvenlik ihlali, servis kullanılabilirliği, servis sağlayıcılar arası iletişim başarısızlıkları, bulut çalışanlarının erişilebilirliği, bulut çalışanlarının niteliği ve yasal olmayan erişim alt ölçütleri literatür taramasından ve uzman görüşlerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu ölçüt ve alt ölçütlerden yola çıkılarak, AHP, TOPSIS ve AAS ile çözüm yapıp en uygun alternatif belirlenmiştir.

AHP TOPSIS VE AAS sonuçlarından elde edilen ölçütlerin ağırlıkları neticesinde bulut bilişim güvenlik gereksinimlerine göre en uygun hizmet sağlayıcısı IB olarak bulunmuştur. Fakat AHP ve AAS sonuçlarına bakıldığında alternatiflerin ağırlıkları arasında pek bir fark bulunmamaktadır. Bu yüzden diğer alternatifler de seçilse büyük bir fark olmayacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen bilgiler dahilinde diğer ÇÖKV yöntemleri ile de çözüm yapılabilmektedir. Yapılan çalışmada gözetilen amaç bir kurum ya da kuruluşta güvenli bulut bilişim hizmet sağlayıcısı seçimi yapılırken ölçütlerin belirlenmesinde ve hizmet sağlayıcısı seçimi probleminin çözülmesinde fayda sağlamaktır. Aynı zamanda eğer bir seçim yapılacak ise bunu sadece bir yöntem ile değil birden fazla yöntem ile yapılması öngörülmektedir. Eğer birden seçimler fazla yöntem ile yapılırsa daha doğru bir sonuç elde edilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Uslu B., Gür Ş., Eren T., Özcan E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Bulut Hizmet Sıralaması, Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi, 6(1), 20-34, 2019.
- [2] Şengül G., Bostan A., Bulut Bilişimde Bilgi Güvenliği ve Standardizasyon Çalışmaları, 6. Uluslararası Bilgi Güvenliği ve Kriptoloji Konferansı, 263-267, 2013.
- [3] Küçüksille E. U., Özger F., Genç S. Mobil Bulut Bilişim ve Geleceği, Akademik Bilişim 2013 – XV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 695-699, 2013.
- [4] Kozan M., Bozkaplan M. F., Bulut M. Ö., Eğitimde Bulut Bilişim Uygulamaları, Akademik Bilişim' 14- XVI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 819-823, 2014.
- [5] Sarımehtem B., Hamurcu M. Eren, T. Çok Kriterli Karar Verme: Kırıkkale YHT İstasyonu - Şehir bağlantısının Sağlanması, Demiryolu Dergisi, (11), 26-40, 2020.
- [6] Çakır E., Karabıyık B. K., Bütünleşik SWARA - COPRAS Yöntemi Kullanarak Bulut Depolama Hizmet Sağlayıcılarının Değerlendirilmesi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 10(4), 417-434, 2017.
- [7] Saaty T., Decision Making With the Analytic Hierarchy Process, International Journal of Services Sciences, 1(1), 83-98, 2008.
- [8] Supçiller A. A., Çapraz O., AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 13, 1-22, 2011.
- [9] Saaty T., How to Make a Decision: the Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, 48, 9-26, 1990.
- [10] Monjezi M., Dehghani H., Singh T., Sayadi A., Gholinejad A., Application of TOPSIS Method for Selecting the Most Appropriate Blast Design, Arabian Journal of Geosciences, 5(1), 95-101, 2012.
- [11] Shyjith K., Ilangkumaran M., Kumanan S., Multi-Criteria Decision-Making Approach to Evaluate Optimum Maintenance Strategy in Textile Industry, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 14(4), 375-386, 2008.
- [12] Özcan E., Ünlüsoy S., Eren T., ANP ve TOPSIS Yöntemleriyle Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 5(2), 205-219, 2017.
- [13] Bağ N., Özdemir M., Eren T., 0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi İle Hemşire Problemlere Yöntemi Çözümü, International Journal of Engineering Research and Development, 4(1), 2-6, 2012.
- [14] Asoğlu İ., Eren T., AHP, TOPSIS, PROMETHEE Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Kargo Şirketi Seçimi, Yalova Sosyal Bilimler Dergisi, 8(16), 102-122, 2018.
- [15] Ertuğrul İ., Vanlıoğlu S., Çoklu Karar Verme Yöntemleri ile Alternatif Finansman Kararları ve Bir KOBİ' de Uygulama, Pamukkale Journal Eurasian Socioeconomic Studies, 5(1), 34-56, 2018.
- [16] Seveli O., Küçüksille E. U. Bulut Bilişimin Eğitim Alanında Uygulanması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16(3), 248-254, 2012.
- [17] Sarıtaş T., Üner N., Eğitimdeki Yenilikçi Teknolojiler: Bulut Teknolojisi. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2(3), 192-201, 2013.
- [18] Yarlıkaş S., Bilgen S., Bulut Bilişim Sorunlarının Önem Düzeyleri Üzerine Bir İnceleme, International Journal of Cloud Computing and Services Science (IJ-CLOSER), 6(1), 34-51, 2015.
- [19] Özdemir A., Gökgöz B., Bulut Bilişimde Felaket Kurtarma Tekniklerinin İncelenmesi, 2. International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, 3,202-213, 2018.
- [20] Xu X., From cloud computing to cloud manufacturing, Robotics and computer-integrated manufacturing, 28(1), 75-86, 2012.
- [21] Zissis D. ve Lekkas, D., Addressing cloud computing security issues, Future Generation computer systems, 28(3), 583-592, 2012.
- [22] Supriya M.i Sangeeta K., Patra G. K., Trustworthy Cloud Service Provide Selection Using Multi Criteria Decision Making Methods, Engeneering Letters, 24(1), 2016.
- [23] Arora R. Ve Parashar A., Secure User Data in Cloud Computing Using Encry Algorithms. International Journal of Engineering Research and Applications, 3(4), 1922-1926, 2013.
- [24] Marston S., Li Z., Bandyopadhyay S., Zhang J., Ghalsasi A., Cloud Computing the Business Perspective, Decision Support Systems, 51(1), 176-189, 2011.
- [25] Keskin N., Kıran A.N., Egdemir F.K., Eren T., Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Bulut Bilişim Hizmet Sağlayıcısı Seçimi. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 4(1), 52-73, 2020.