

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BULUT HİZMET SAĞLAYICILARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Buse USLU

EYLÜL 2020

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Buse USLU tarafından hazırlanan BULUT HİZMET SAĞLAYICILARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Doç. Dr. Evrencan ÖZCAN

Ortak Danışman

Prof. Dr. Tamer EREN

Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan

: Dr. Öğr. Üy. Hacı Mehmet ALAKAŞ _____

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Tamer EREN _____

Üye

: Dr. Öğr. Üy. Emir Hüseyin ÖZDER _____

...../...../.....

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Recep ÇALIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

BULUT HİZMET SAĞLAYICILARININ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

USLU, Buse

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Tamer EREN

Ortak Danışman: Doç. Dr. Evrencan ÖZCAN

Eylül 2020, 91 sayfa

Teknolojik gelişmelerle birlikte şirketler verilere hızlı erişim, daha düşük maliyet ve minimum insan gücü kullanımı için bulut hizmet kullanımına ihtiyaç duymaya başlamışlardır. Her geçen gün bulut hizmet sağlayıcı sayısının artması ve sundukları seçeneklerin çok olması sebebiyle bulut hizmet sağlayıcı seçimi oldukça zorlaşmaktadır. Bu seçimi kolaylaştırmak amacıyla bulut hizmet sağlayıcı sıralama problemi ele alınmış olup bu tez kapsamında iki çalışma gerçekleştirilmiştir. Birinci çalışmada, bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler konunun uzmanları tarafından tespit edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmada orta ölçekli şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan 5 ana kriter ve bunlara bağlı 17 alt kriter belirlenmiş olup, çok kriterli karar verme yöntemlerinden analitik ağ süreci ve bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmiştir. İkinci çalışmada ise, uzmanlar tarafından belirlenen bulut hizmet sağlayıcıları TOPSIS, PROMETHEE, bulanık TOPSIS ve bulanık PROMETHEE yöntemleri kullanılarak elde edilen sıralamalar karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kullanılan farklı yöntemler ile elde edilen sıralamalar incelenmiş olup, 7 bulut hizmet sağlayıcısı arasında sıralamalarda birinci ve ikinci sırayı takip eden Google Drive bulut hizmet sağlayıcısı tercih edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulut Bilişim, Çok Kriterli Karar Verme, Bulut Hizmet Sağlayıcı Seçimi, AAS, BAHS, TOPSIS, PROMETHEE, Bulanık TOPSIS, Bulanık PROMETHEE



ABSTRACT

EVALUATION OF CLOUD SERVICE PROVIDERS BY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS

USLU, Buse

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Tamer EREN

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Evrencan ÖZCAN

September 2020, 91 Pages

Technological developments have revealed the need for fast access to data by medium-sized companies, and the need to use cloud services with lower costs and minimum manpower. Cloud service provider selection is becoming more difficult due to the increasing number of cloud service providers and the many options they offer. In order to facilitate this selection, the cloud service provider-ranking problem has been considered and two studies have been conducted within the scope of this thesis. In the first study, the criteria that are effective in the selection of cloud service providers were determined and evaluated by the experts of the subject. In the study, 5 main criteria and 17 sub-criteria that are effective in the selection of cloud service providers of medium-sized companies were determined and evaluated by analytical network process and fuzzy analytical hierarchy process method, which are among the multi-criteria decision making methods. In the second study, the rankings obtained by using the cloud service providers TOPSIS, PROMETHEE, fuzzy TOPSIS and fuzzy PROMETHEE methods determined by the experts were compared. As a result of the study, the rankings obtained with the different methods used were examined, and the Google Drive cloud service provider, which ranked first and second, was chosen among 7 cloud service providers.

Keywords: Cloud Computing, Multi Criteria Decision Making, Cloud Service Provider Selection, ANP, FAHP, TOPSIS, PROMETHEE, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy PROMETHEE



TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanma sürecinde hiçbir yardımını esirgemeyen, değerli katkı ve eleştirileri ile çalışmalarımı yön veren ve bana her açıdan destek olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Tamer EREN'e, çalışmalarım boyunca bilgi ve birikimlerini esirgemeyen ve daima yol gösteren ikinci tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Evrencan ÖZCAN'a ve bu yolda ilerlerken daima bilgi ve görüşleri ile beni motive eden Sayın Dr. Öğretim Üyesi Hacı Mehmet ALAKAŞ hocama teşekkürlerimi sunarım.

Bana doğruyu yanlış öğreten, bu yolda tecrübelerini gösteren, eğitim hayatım boyunca yanımda olan, beni daima destekleyen ve destekleyeceğini bildiğim annem Fatma USLU ve babam İbrahim USLU'ya, çalışmam boyunca sevgisini hep hissettiren kardeşim Oğulcan USLU'ya çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2.BULUT BİLİŞİM SİSTEMİ	4
2.1. Bulut Bilişim Kavramı	4
2.2. Bulut Bilişim Modelleri	6
2.2.1.Altyapı Hizmet Modeli (IaaS)	7
2.2.2.Platform Hizmet Modeli (PaaS).....	8
2.2.3.Yazılım Hizmet Modeli (SaaS).....	8
2.3. Bulut Bilişim Tipleri	9
2.3.1.Genele Açık Bulut Hizmeti (Public Cloud)	9
2.3.2.Özel Bulut Hizmeti (Private Cloud)	10
2.3.3.Melez Bulut Hizmeti (Hybrid Cloud).....	11
2.3.4.Topluluk Bulut Hizmeti (Community Cloud).....	14
2.4. Kullanılan Bulut Hizmetler	14
3.LİTERATÜR TARAMASI	16
4.KULLANILAN YÖNTEMLER	28
4.1. AAS Yöntemi	28
4.2. PROMETHEE Yöntemi	30

4.3. TOPSIS Yöntemi.....	33
4.4. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi	35
4.5. Bulanık TOPSIS Yöntemi	37
4.6. Bulanık PROMETHEE Yöntemi	39
5.BULUT HİZMET SAĞLAYICI SIRALAMA PROBLEMİ	43
5.1. Problem Tanımı.....	43
5.2. Kriterlerin Belirlenmesi.....	44
5.3. Alternatiflerin Belirlenmesi.....	47
5.4. Kriterlerin Ağırlıklandırılması	48
5.4.1.Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin AAS yöntemi ile ağırlıklandırılması.....	48
5.4.2.Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesinde BAHS bakışı.....	51
5.5. Bulut Hizmet Sağlayıcıların Sıralanması	53
5.5.1.Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında TOPSIS yöntemi	54
5.5.2.Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında PROMETHEE yöntemi	61
5.5.3.Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında bulanık TOPSIS yöntemi	65
5.5.4.Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında bulanık PROMETHEE yöntemi .	70
5.6. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	74
6.SONUÇ.....	78
KAYNAKLAR	80

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Bulut bilişim modellerinin sorumlulukları-1	6
2.2. Bulut bilişim modellerinin sorumlulukları-2	7
3.1. Kullanılan yöntem- yazar ilişkisi	23
3.2. Literatürde kullanılan kriterler	25
4.1. AAS 1-9 skalası	29
4.2. Dilsel ifadelerin üçgen bulanık sayı türünden karşılıkları	35
4.3. Alternatiflerin dilsel ifade ve üçgensel bulanık sayı karşılıkları.....	39
4.4. Yakınlık katsayılarına göre kabul koşulları	39
4.5. Alternatifler için kullanılan dilsel değişkenler ve bulanık sayılar	41
4.6. Üçgensel bulanık sayılar ile yapılan temel aritmetik işlemler	41
5.1. Ana kriterlerin açıklaması	45
5.2. Alt kriterlerin açıklaması.....	46
5.3. Kriterlerin BAHS ağırlıkları	52
5.4. AAS yönteminden gelen ana kriter ağırlıkları	54
5.5. Alternatif- kriter karşılaştırma matrisi	55
5.6. Ağırlıklı normalize karar matris yapısı	55
5.7. TOPSIS (AAS kriterleri) negatif ve pozitif ideal değerler.....	56
5.8. TOPSIS alternatif sıralaması-1	56
5.9. TOPSIS alternatif sıralaması-2	57
5.10. TOPSIS alternatif sıralaması-3	58
5.11. Karar matrisi.....	59
5.12. TOPSIS alternatif sıralaması-4	59
5.13. TOPSIS alternatif sıralaması-5	60
5.14. PROMETHEE alternatif sıralaması-1	62
5.15. PROMETHEE alternatif sıralaması-2.....	62
5.16. PROMETHEE alternatif sıralaması-3.....	63
5.17. PROMETHEE alternatif sıralaması-4.....	64
5.18. PROMETHEE alternatif sıralaması-5.....	65
5.19. BTOPSIS karar matrisi	66
5.20. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-1.....	66

5.21. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-2.....	67
5.22. BTOPSIS dilsel ifadeler	68
5.23. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-3.....	69
5.24. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-3.....	70
5.25. Ana kriterin alternatiflere ilişkin dilsel ifadeler ile değerlendirmesi	71
5.26. AAS-PROMETHEE değerlendirme	71
5.27. BAHS-BPROMETHEE değerlendirme	72
5.28. Alt kriterin alternatiflere ilişkin dilsel ifadeler ile değerlendirmesi.....	73
5.29. AAS-BPROMETHEE değerlendirme.....	73
5.30. BAHS-BPROMETHEE değerlendirme	74
5.31. Alternatif sıralamalarının karşılaştırılması-1	76
5.32. Alternatif sıralamalarının karşılaştırılması-2	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Bulut bilişim ağı.....	5
2.2. Bulut bilişim mimarisi	6
2.3. Bulut tipleri	9
2.4. Genel bulut sistemi.....	10
2.5. Özel bulut sistemi.....	11
2.6. Melez bulut sistemi	13
2.7. Bulut hizmet sağlayıcıları	14
2.8. Bulut hizmet avantajları	15
2.9. Bulut hizmet dezavantajları.....	15
3.1. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde çok kriterli karar verme yöntem kullanımının yıllara göre kümülatif toplamı.....	21
3.2. Makale sayısı.....	22
4.1. AAS adımları	29
4.2. PROMETHEE tercih fonksiyonları	31
4.3. PROMETHEE adımları	32
4.4. TOPSIS adımları	34
4.5. BAHS adımları.....	36
4.6. BTOPSIS adımları	38
4.7. BPROMETHEE adımları.....	42
5.1. Bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için uygulama adımları	44
5.2. Ana kriter ve kriterlerin gösterimi.....	45
5.3. Bulut hizmet sağlayıcıları	47
5.4. Kriterlerin ağ yapısı.....	48
5.5. AAS kriter ağırlıkları	49
5.6. Alternatif- kriter ilişkisi.....	53
5.7. Uygulama yöntem akışı.....	53

KISALTMALAR DİZİNİ

CRM	Customer Relationship Management (Müşteri İlişkileri Yönetimi)
CPU	Central Process Unit (Merkez İşlem Birimi)
ERP	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
QOS	Hizmet Kalitesi (Quality of Service)
ELECTRE	Elimination and Choice Expressing Reality
BWM	Best Worst Method (En İyi En Kötü Yöntem)
AAS	Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
BAHS	Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci)
TGB	Teknoloji Geliştirme Bölgesi
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
IaaS	Infrastructure as a Service (Altyapı Hizmeti)
PaaS	Platform as a Service (Platforma Hizmeti)
SaaS	Software as a Service (Yazılım Hizmeti)
NRF	Non-Functional Requirements (İşlevsel Olmayan Gereksinimler)
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations

1. GİRİŞ

Bulut bilişim hem donanım hem de yazılımın, kullandıkça öde gibi fiyatlandırma sistemiyle internet üzerinden çalışan sanallaştırılmış bir hizmet platformu olarak kullanılmasıdır. Bulut bilişim sisteminin bu özelliğinin yanı sıra internet aracılığıyla her cihazdan ulaşılabilir olması bu sistemi kullanıcılar açısından avantajlı bir sistem haline getirmektedir (Ur Rehman vd., 2011; Uslu vd., 2019).

Türkiye Cumhuriyeti Devletinin yürütmekte olduğu 11. Kalkınma Planında da bulut hizmet sistemine yer verilmiştir. 11. Kalkınma Planı incelendiğinde, Organize Sanayi Bölgesi ve Teknoloji Geliştirme Bölgesi'ndeki kamu ve özel sektörün bulut teknolojiye yönelmesi, 11. Kalkınma Plan kapsamında belirlenen bölgelerde öncelikli sektörlerle yönelik endüstriyel bulut platformlarının oluşturulmasının destekleneceği belirtilmektedir. Bu doğrultuda birçok orta ve küçük ölçekli şirketin bulut hizmet alanına kayıtsız kalmayacağı düşünülmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2019).

Bulut bilişim sistemlerine olan talebin artması birçok bulut hizmet sağlayıcı firmasının var olmasına yol açmaktadır. Bu durum da bulut hizmet sağlayıcıları arasında bir rekabet ortamını beraberinde getirmekte ve bu firmalar tercih edilebilirliklerini artırmak için sundukları birçok seçenekte farklılıklar göstermeye gayret etmektedir (Sun vd., 2014). Bundan dolayı şirketler bulut hizmet sağlayıcı kiralamak istediklerinde kendilerine uygun seçeneklerin önem sıralamasını yapmak durumunda kalmaktadır. Aksi takdirde ekstra alan ve güvenlik gibi beklenmeyen maliyetler ortaya çıkacağı ön görülmektedir.

Literatürde bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi ve bulut hizmet sağlayıcı seçimi ile ilgili birçok çalışma yer almaktadır. İncelenen çalışmalarda kriterlerin önem düzeyleri belirlenerek çok kriterli karar verme yöntemleri ile bulut hizmet sağlayıcı seçim problemi ele alınmıştır. Bu tez çalışmasında ise bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler aralarındaki etki düzeyleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Kriterlerin elde edilen önem düzeyleri kullanılarak ve uzmanların değerlendirmelerine yer verilerek çok kriterli karar verme yöntemleri ile bulut hizmet sağlayıcıları sıralanmış ve karşılaştırılmıştır.

Bu bağlamda iki çalışma yürütülmüştür. İlk olarak orta ölçekli bir şirketin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan 5 ana kriter olmak üzere bunlara bağlı 17 alt kriter tespit edilerek etki düzeyleri değerlendirilmiştir. Daha sonra bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için 7 bulut hizmet sağlayıcı belirlenmiş ve bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan bu kriterlerin ağırlıkları çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerden en yüksek değer alan kriter dikkate alınarak karar matrisi ile sıralama yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda kullanılan her yöntemde birinci ya da ikinci sıralarda yer alan bulut hizmet sağlayıcısı seçilmiştir. Böylece orta ölçekli şirketlerin kendi ihtiyaçlarına göre ölçeklendirdikleri kriterler ve tercih ettikleri uygulama yöntemi ile bulut hizmet sağlayıcı seçimine yol gösterici bir çalışma olması hedeflenmiştir. Bu çalışmada literatüre ek olarak çok kriterli karar verme yöntemleri ile elde edilen sıralamalar, bulanık yöntemler kullanılarak elde edilen sıralamalar ile karşılaştırılmıştır.

Çalışma “Giriş” bölümü dâhil olmak üzere 6 ana bölümden oluşmaktadır.

İkinci bölümde çalışmanın ana konusu olan bulut bilişim kavramına yönelik detaylı bilgiler verilmiştir. Öncelikle bulut bilişim kavramından, daha sonra bulut bilişim modelleri ve tiplerinden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde literatürde çok kriterli karar verme yöntemleri ile bulut hizmet sağlayıcı seçimi alanında yapılan çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelenen çalışmalar kullanılan yöntem, kriter ve yıllara göre değerlendirilmiştir. Literatürde bulunan çalışmaların bulut bilişimi nasıl ele aldıklarından ve çalışmalarında neler yapıldığından bahsedilmiştir. Ayrıca tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmanın ilgili literatürdeki çalışmalardan farkı vurgulanarak literatüre kazandırdığı katkılar da bu bölümde açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden analitik ağ süreci (AAS), TOPSIS, PROMETHEE, bulanık analitik hiyerarşi süreci (BAHS), bulanık TOPSIS (BTOPSIS) ve bulanık PROMETHEE (BPROMETHEE) yöntemlerinin uygulama adımları anlatılmıştır.

Beşinci bölümde bulut hizmet sağlayıcı sıralama probleminin uygulamasına yer ve ele alınan bu bölümde iki çalışma yapılmıştır. İlk çalışmada, orta ölçekli bir şirketin bulut

hizmet sağlayıcı seçimine etki edecek kriterlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin önem ağırlıklarının tespiti geręekleřtirilmiřtir. Çalışma içerisinde uzmanların görüşleri doğrultusunda 5 ana kriter olmak üzere toplam 17 kriter ağırlıklandırılmıştır. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS ve BAHS kullanılmıştır. İkinci çalışmada ise ele alınan 5 ana kriter ile belirlenen 7 bulut hizmet sağlayıcısı çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS, PROMETHEE, BTOPSIS ve BPROMETHEE yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan altıncı bölümde ise uygulamanın sonuçları genel olarak yorumlanmıştır. Bulut bilişim kavramının öneminden bahsedilmiş ve uygulamada elde edilen sonuçların literatüre olan katkısından bahsedilmiştir. Bununla birlikte ilerleyen zamanda yapılabilecek çalışmalara dair öneriler de sunulmuştur.

2. BULUT BİLİŞİM SİSTEMİ

Gelişen teknoloji beraberinde insanoğlunun ihtiyaçlarını da değiştirmiştir. Teknolojideki hızlı ilerleme ile endüstri 4.0, nesnelerin interneti, büyük veri gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu kavramlar, şirketlerin piyasadaki yer ve durumlarını değiştirmesine sebep olmuştur. Dördüncü sanayi devriminden önce şirketlerin sadece piyasaya ürün üretme düşüncesi yer alırken, günümüzde bu şirketlerin veri ayrıştırma, veri gizliliği, veriye kolay erişebilme gibi kriterlere önem verdiği görülmektedir (Uslu vd., 2019).

Şirketler sahip olduğu verileri sınıflandırabilmesi ve yalnızca yetkili kişiler tarafından erişilebilir olması gerekmektedir. Veri güvenliği, kolay erişilebilirlik ve depolama alanı gibi kriterleri karşılayabilen platforma bulut hizmet denilmektedir.

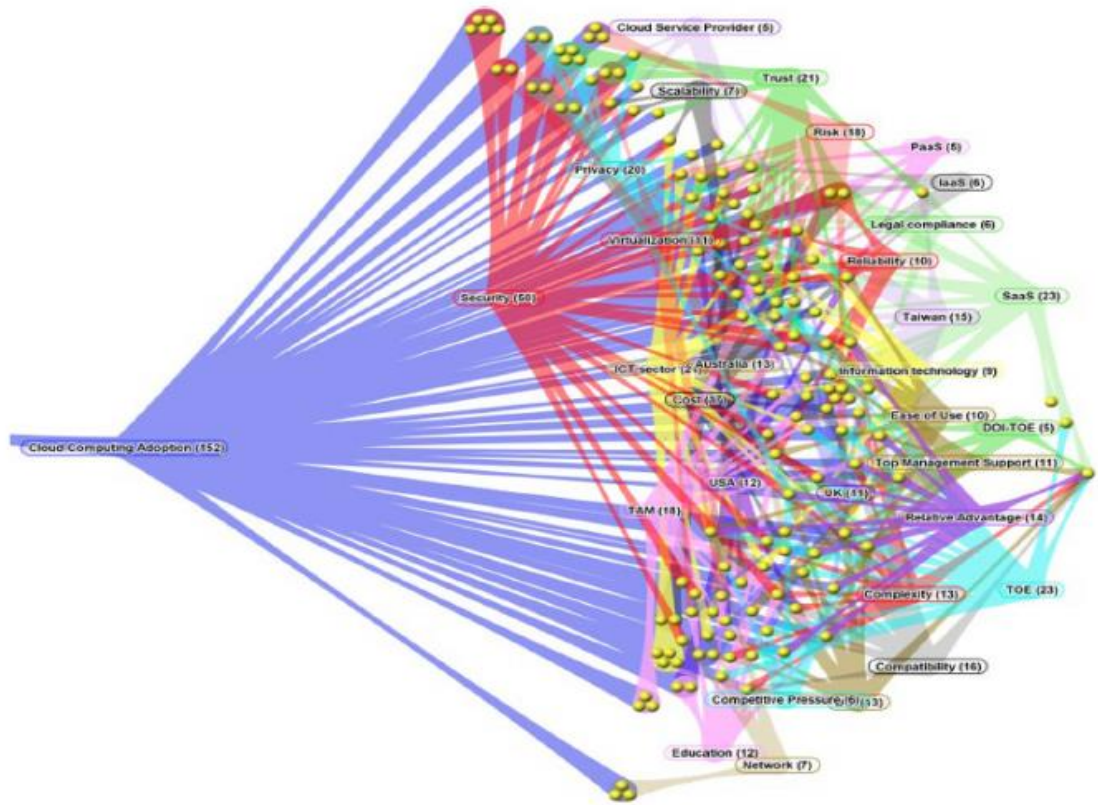
Bulut hizmet, son kullanıcıların ihtiyacı olan her türlü dosya ve dokümantasyonun yetki kapsamında internet aracılığı ile her yerden ulaşılabilirliğini sağlayan bir sistemdir. Bulut hizmet sağlayıcıları ise edindikleri fiziksel sunucuları diğer kullanıcıların kullanabilmesi için sanal hizmet olarak sunan şirketlerdir (Grgurević ve Gregurić, 2017). Şirketlerin ve bireysel kullanıcıların elde ettikleri büyük verilerin anlamlı bir şekilde saklanması, güvenli olması ve yetki dâhilinde her yerden ulaşılabilmesi sebebiyle bulut hizmet sağlayıcıları son yıllarda çok tercih edilen bir sistem haline gelmiştir.

2.1. Bulut Bilişim Kavramı

Teknolojinin gelişimi internet kullanım alanını da etkilemiştir. Her an her yerden ulaşılabilir internet kullanımı başka ihtiyaçları da doğurmuştur. Bilişim teknolojileri alanında endüstri 4.0 kavramının gündeme gelmesi beraberinde, nesnelerin interneti, büyük veri, siber güvenlik ve bulut bilişim kavramlarını da getirmiştir (Uslu vd., 2019).

Her geçen gün elde edilen bilginin büyümesi ve hızlı erişim sağlama isteği endüstri 4.0'ın yapı taşlarından biri olan büyük veri problemini ortaya çıkarmıştır. İnternet alt yapısının gelişmesi ve geniş bant iletişiminin sağlanması internet kullanımını yaygınlaştırmıştır (İnağ vd., 2015). Teknolojinin ilerlemesine ve günümüzdeki internet kullanım oranına bakıldığında bilginin dijital gücünün ön plana çıktığı görülmektedir.

Gerek bireysel kullanıcıların gerekse şirketlerin sahip oldukları verileri depolayabilmesi, kolay erişimi, etkin kullanımı gibi ihtiyaçlar ortaya çıkmıştır. Bu tür ihtiyaçları karşılayabilmek için bulut hizmetler kavramı bilişim ortamına sunulmuştur. Bulut hizmet, birçok sistemin birbirine sahip oldukları özel veya genel ağlar ile veri akışı, depolama ve kullanılabilir altyapı sağlayan bir teknoloji türüdür (Tayeb, 2019). Diğer bir deyişle bulut hizmet, verinin depolanacağı sunucunun başka bir ülke veya kıtada olduğu halde sanal bir platform aracılığı ile kullanılmasıdır (Uslu vd., 2019). Şekil 2.1’de bulut bilişim ağı gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Bulut bilişim ağı (Sharma vd., 2020)

2006 yılında Amazon EC2'nin piyasaya sürülmesi ile bulut bilişim alanında büyüme başlamıştır. Amazon EC2'nin piyasa sürülmesi beraberinde bulut bilişimin ihtiyaç duyduğu yüksek kapasiteli ağ, düşük maliyetli araçlar ve servis tabanlı mimarileri de getirmiştir (DaSilva vd., 2013). Böylece şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı tercihlerine kapı açmıştır. Bulut bilişimin piyasaya yayılması sonucunda 2008 yılında Google App Engine beta sürümü de piyasaya dâhil olmuştur. 2010 yılında ise Microsoft Azure de

kendini bu alanda göstermiştir. Piyasada kendini gösteren bu firmaların dışında birçok bulut hizmet sağlayıcısı bu alanda yerini almıştır (Özdemir, 2018). Bulut bilişim mimarisi Şekil 2.2’de gösterildiği gibidir (<https://dralabay.wordpress.com/2014/01/20/bulut-bilisim/>).



Şekil 2.2. Bulut bilişim mimarisi

2.2. Bulut Bilişim Modelleri

Bulut bilişim üç ana hizmet modeline ayrılmaktadır. Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi üç ana hizmet modeli; Hizmet olarak Yazılım (SaaS), Hizmet Olarak Platform (PaaS), Hizmet Olarak Altyapı (IaaS) şeklindedir.

Çizelge 2.1. Bulut bilişim modellerinin sorumlulukları-1

IaaS	PaaS	SaaS
Yazılımlar	Yazılımlar	Yazılımlar
Veriler	Veriler	Veriler
Platform İşlerliği	Platform İşlerliği	Platform İşlerliği
Ara Yazılım	Ara Yazılım	Ara Yazılım
İşletim Sistemi	İşletim Sistemi	İşletim Sistemi
Sanallaştırma	Sanallaştırma	Sanallaştırma
Sunucular	Sunucular	Sunucular
Depolama	Depolama	Depolama
Yerel Ağ	Yerel Ağ	Yerel Ağ



Sorumluluğu hizmet sağlayıcı firmaya ait
Sorumluluğu kullanıcıya ait

Çizelge 2.2. Bulut bilişim modellerinin sorumlulukları-2

	IaaS	PaaS	SaaS
Yazılımlar		Kullanıcı, kullandığı yazılım ve verilerden sorumludur.	
Veriler	Büyük ölçüde kullanıcı yönetiminde çalışır.		
Platform işlemcisi	Altyapı üzerinde inşa edilen platform, yazılım ve verilerden kullanıcı sorumludur.		
Ara Yazılım			Yazılım Hizmetinde altyapı, platform, yazılım ve verilerin sağlıklı çalışması, yedeklenmesi ve güncellenmesi işleri hizmet sağlayıcıya aittir.
İşletim Sistemi		Platform hizmeti büyük ölçüde hizmet sağlayıcının yönetiminde çalışır.	Kullanıcı, kendi işi ile ilgilenmek için daha fazla zaman kazanır.
Sanallaştırma		Platformun ve altyapının sağlıklı çalışmasından ve güncelliğinden hizmet sağlayıcı sorumludur.	
Sunucular	Altyapı hizmetinde hizmet sağlayıcı, altyapının sağlıklı çalışmasından sorumludur.		
Depolama			
Yerel Ağ			

Çok Zor Zor Orta-Kolay Kullanıcı için yönetim karşılığı derecesi

2.2.1. Altyapı Hizmet Modeli (IaaS)

Bulut bilişimin en alt seviyesinde IaaS altyapı hizmeti bulunmaktadır. IaaS ile sanal sunucu oluşturularak, kullanıcılara bulut sunucu hizmeti sunulmaktadır. Bulut servis kullanıcıları sanal bilgi işlem birimlerini, sanal depolama ve sanal altyapılarını ya da tüm sanal makineyi kiralayabilir. IaaS hizmet modelinde bulut hizmet sağlayıcıları, altyapı yönetiminden sorumludur (İnceler, 2017).

Sanal bir bilgisayar sunan bulut, şirketlerin görevlendireceği yetkili kişi tarafından uzaktan veri merkezi altyapısına ulaşabilmeyi, yönetebilmeyi ve kolay kullanımı sağlamaktadır. Şirketler, donanımı satın alıp yüksek maliyet ve bakım alanı gibi ortaya çıkacak ekstra ücretler ödemektense, kullanım kolaylığının yanı sıra daha uygun maliyetli altyapı servisi satın almayı tercih etmektedirler. Ele alınan bulut modeli uygulama, veri ve işletim sistemi gibi katmanlardır. Piyasada IaaS bulut modeli olarak Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Compute Engine en çok bilinen örneklerdir (Özdemir, 2018).

Kısacası, IaaS bulut modeli CPU döngüsü, depolama ve diğer bellek işlemleri, ağ kullanımı ve ekipmanlarından herhangi birini satın almadan kiralama yolu ile kullanımı sağlanabilen bulut hizmet modelidir (Sabahi, 2011).

2.2.2. Platform Hizmet Modeli (PaaS)

Bulut modeli üç katman şeklindedir. Bu üç katmanın ortanca katmanı PaaS katmanıdır. PaaS modeli ile uygulama geliştirilmesi sağlanarak, geliştiricilerin uygulamalarını bu sisteme göre kodlamasına, ayarlamasına ve geliştirmesine olanak tanınmaktadır (Tayeb, 2019). PaaS modeli sayesinde geliştiriciler uygulamalarını hızlı, kolay ve daha uygun maliyetli bir yol ile geliştirebilir, test edebilir ve hatta buluta depolama sağlayabilir. PaaS modeli ile kısa sürede ve az sayıda kaynakla çalışabilme ve ürün koyma avantajı ortaya çıkmaktadır. Bu sayede mobil, tablet, dizüstü bilgisayar veya web tarayıcıları gibi birçok farklı platformda çalışabilen ürünler ortaya koyulabilmektedir (Özdemir, 2018). PaaS modeline örnek olarak OrangeSpace, Mendix, Amazon Elastik Beanstalk ve Google platform motoru verilebilir (Nazir, 2012; İnceler, 2017).

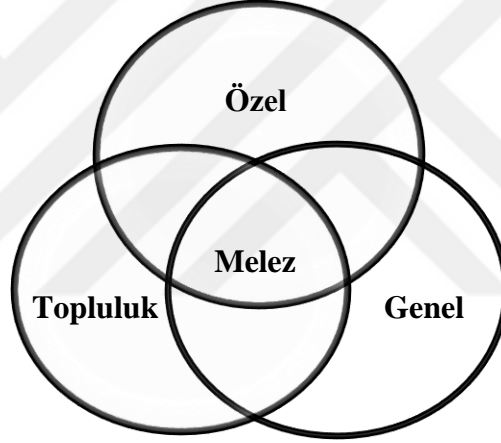
2.2.3. Yazılım Hizmet Modeli (SaaS)

Bulut modelin en üst seviyesinde SaaS modeli yer almaktadır. Bu modelde uygulamalar doğrudan buluttan hizmet vermektedir. Hazır yazılım, uygulama sunan bulut, web tabanlı uygulamaları içeren ve kullanımı her geçen gün artan bir modeldir. Buluta yüklenen yazılım, kullanıcılar tarafından daha hızlı ve uygulamada kolay kullanılabilirlik sağlamaktadır (Özdemir, 2018).

SaaS modeli ile kullanıcılara sağlanan uygulamalar, internet aracılığı ile her zaman her yerden erişilebilir hale gelmektedir (Moldovan vd., 2016). SaaS modeli gerek günlük hayatta gerekse iş hayatımızda internete bağlı bir şekilde kullandığımız her uygulamayı içermektedir. Örneğin CRM, ERP, Finans gibi hesaplama yazılımları bulut aracılığı ile kullanıcıya ulaşabilir haldedir. Kullanıcı farklı aygıtlarla istediği zaman istediği yerde yazılım hizmetine erişebilmektedir. SaaS modeline örnek olarak Dropbox, Google Apps, Limelight, Microsoft Office uygulamaları da verilebilir.

2.3. Bulut Bilişim Tipleri

Bulut hizmet tipleri melez, özel, genel ve topluluk olmak üzere 4 tipten oluşmaktadır. Bu 4 tip Şekil 2.3’de gösterildiği gibidir.

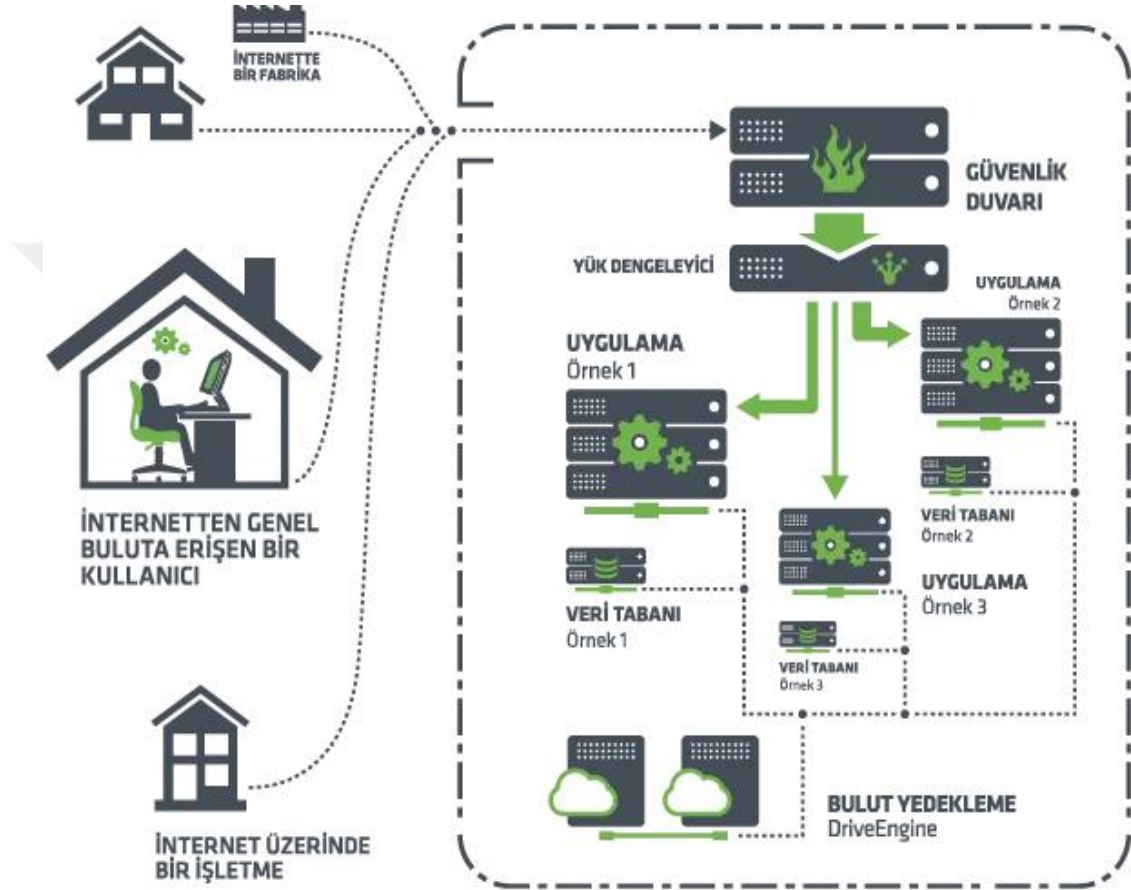


Şekil 2.3. Bulut tipleri

2.3.1. Genele Açık Bulut Hizmeti (Public Cloud)

Genel bulut modeli, bulut hizmetleri sunan şirketler tarafından yönetilen ve kontrol edilen genel kullanıcılara uygulanır (Shawish ve Salama, 2014). Burada, kullanıcıların bulut hizmetini ne kadar süre kullanacağına bağlı olarak bulut hizmet kullanımı sağlanabilmektedir. Kullanılan bu model genel kullanıma açık bir bulut hizmet olduğundan dolayı tüm uygulamalar ve hizmetler tüm kullanıcılar tarafından kullanılabilir (Namasudra vd., 2014). Bu durum güvenlik açısından diğer bulut modellere göre güvenlik duvarını daha savunmasız yapmaktadır (Tayeb, 2019). Bu bulut türü, genel bulut hizmet kullanıcılarının açık kullanımı için geliştirilmiştir. Genel

bulut kullanımı ücretsiz olabildiği gibi bulut hizmet kullanıcılarına kiralamak üzere dağıtımını da sağlanabilmektedir (İnceler, 2017). Son zamanlarda yaygın olarak kullandığımız Zoom ve Netflix uygulamaları genel buluta örnektir. Şekil 2.4'te genel bulut sistemi gösterilmektedir (<http://plusclouds.events/2016/08/31/bulut-bilisim-nedir/>).

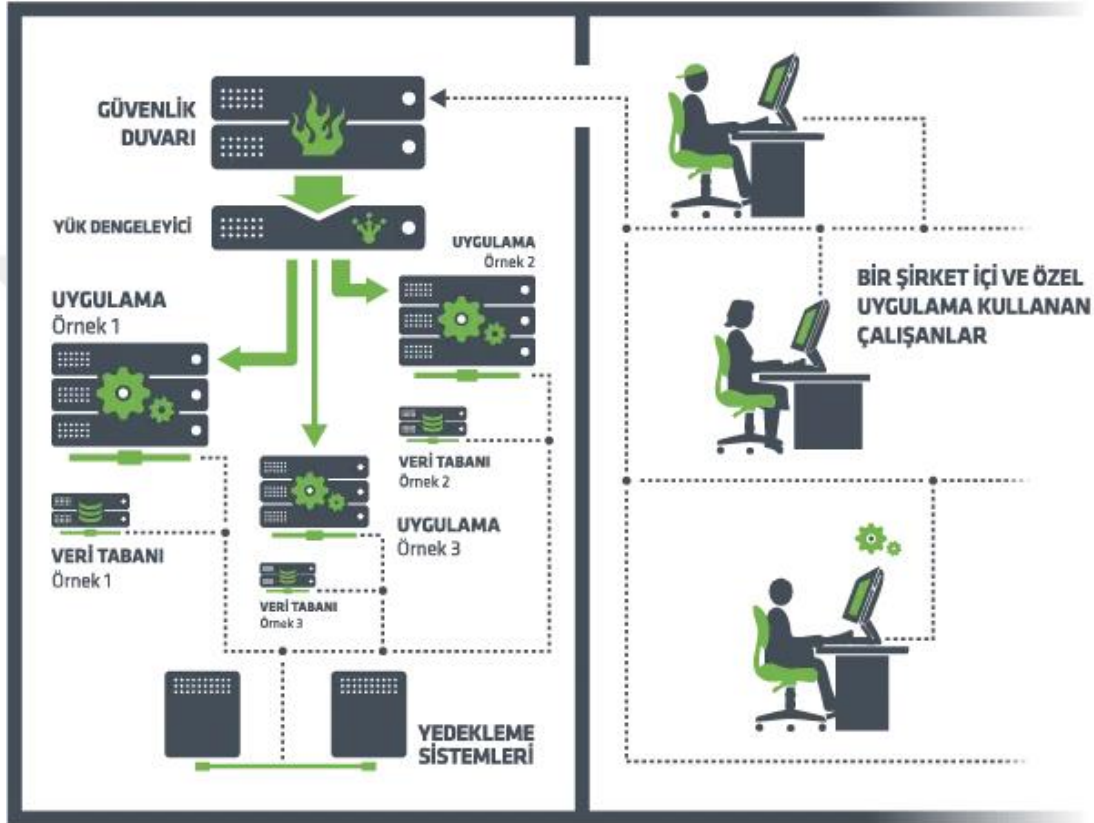


Şekil 2.4. Genel bulut sistemi

2.3.2. Özel Bulut Hizmeti (Private Cloud)

Özel bulut, internet aracılığı ile genel kullanım yerine yalnızca belirli kullanıcılara sunulan hizmettir. Genel bulutun sağladığı özelliklerin yanı sıra şirket içinde özel bilgilerin de kullanılabilirliğini sağlamaktadır (Shawas ve Salama, 2014). Özel bulut hizmetinde, şirket güvenlik duvarları üst düzeydedir ve yetkili dışında erişimi oldukça zordur. Bu hizmet modeli, şirket tarafından kontrol edilebilir ve yönetilebilmektedir.

Bu sayede bakım ve yönetimi daha kolay olmaktadır (Sajid ve Raza, 2013; Sajid vd., 2017). Özel bulutun esneklik, ölçülebilirlik, gizlilik ve güvenlik durumları gibi avantajları olsa da yönetilmesine ilişkin maliyetler, güvenlik ve bakım için ekstra ücret ve bakım için ilgilenen bilgi teknoloji uzmanı, yönetim giderleri de dezavantaj olarak algılanabilmektedir. Şekil 2.5'te özel bulut sistemi gösterilmektedir (<http://plusclouds.events/2016/08/31/bulut-bilisim-nedir/>).



Şekil 2.5. Özel bulut sistemi

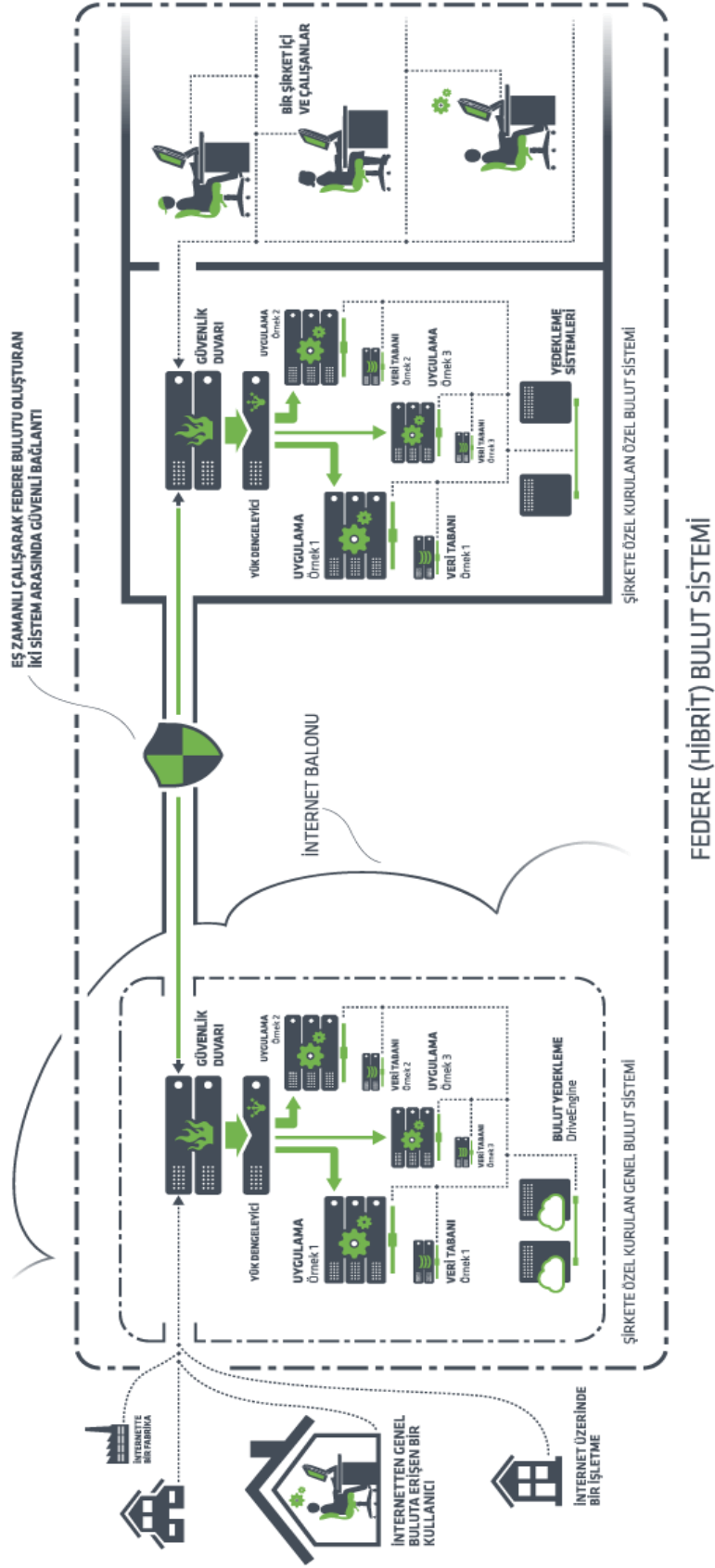
2.3.3. Melez Bulut Hizmeti (Hybrid Cloud)

Kullanılan modeller gerçek hayatta bazı durumlarda bu modellerin birlikte kullanılmasına ihtiyaç duyulmasını sağlamaktadır. Bu tür durumlarda iki veya daha fazla bulutun bir arada kullanıldığı Melez bulutlar tercih edilmektedir (Garber vd., 2013). Melez bulutlar özel, genel ve topluluk bulutu olarak adlandırılan diğer bulut tiplerinin kullanıcının ihtiyacına göre birleşimiyle oluşmaktadır. Şirketler genellikle, genel ve özel bulut bilişiminin birleşiminden ortaya çıkan melez bulut hizmet tipini tercih etmektedir. Bunun sebebi, şirketlerin güvenlik ve gizliliğin daha önemli olduğu

alanlarda özel bulut teknolojisini, güvenlik tedbirlerinin daha düşük seviyede olduğu, daha genel kullanılan alanlarda genel bulut teknolojisini tercih etmesidir (Zhou vd., 2013; Tripathi ve Jalil, 2013). Bu durumların birleşimi şirketlerin ölçeğine ve kullanımına göre değişiklik göstermektedir.

Melez bulutta, bir şirket ihtiyaç duyduğu bazı kaynaklarını şirket içinden, bazı kaynaklarını da şirket dışından sağlayabilir ve bu sistemi yönetebilir (Abawajy, 2011). Bu duruma örnek olarak; şirketin insan kaynakları (İK) ve müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) verilerini genel bir buluttan sağlayabilirken, şirketin kendi özel ve gizli verilerini özel buluttan sağlayabilmektedir. Melez bulut sayesinde kritik, gizli veriler dışarıya sızdırılmadan kullanılabilirken, genel bilgiler fazla ücret ödenmeyen başka bir alanda tutulabilmekte ve düşük bakım ücretleriyle beraber ideal bir ücretlendirme ortaya çıkabilmektedir.

Melez bulut ile şirketin giderlerinde azalma olacağı ve ihtiyaca göre bulut hizmet türünü kullanma imkânının yanında sadece genel bulut tercih ederek, özel verilerde güvenlik riskinin oluşabilmesi ya da her bilgi alanı için özel bulutu tercih ederek fazla maliyetin ortaya çıkması gibi durumların giderilme avantajı oluşmuştur. Şirket ihtiyacına göre bulut hizmetleri seçilememesi durumunda fazla maliyet veya güvenlik riski gibi durumlara yol açılması şirketler açısından dezavantaj olarak görülmektedir (Balasubramanian ve Aramudhan, 2012; Garrison vd., 2015). Şekil 2.6'da melez bulut sistemi gösterilmektedir (<http://plusclouds.events/2016/08/31/bulut-bilisim-nedir/>).



Şekil 2.6. Melez bulut sistemi

2.3.4. Topluluk Bulut Hizmeti (Community Cloud)

Topluluk bulutu, hedeflenen şirket kullanıcılarına göre genel ve özel bulutlar arasında yer almaktadır. Topluluk bulutu, özel bir buluta gizlilik, güvenlik ve yasal düzenlemeler yönünden biraz benzemektedir (Briscoe ve Marinos, 2009). Fakat burada güvenlik, gizlilik ve yasal düzenlemelere sahip iki veya daha fazla kuruluşa hizmet sunulmaktadır. Tüm katılımcılar arasında maliyetlerin bölünmesi sebebiyle bireysel bir bulut kiralayacakları duruma göre ortak bir bulut oluşturma maliyeti daha az olabilmektedir (Marinos ve Briscoe, 2009). Bulut maliyetinin özel buluta göre daha az maliyetli olması topluluk bulutunun avantajıdır. Topluluk bulutunun gizlilik, güvenlik gibi etkenlerden dolayı genel buluta göre daha yüksek maliyetler çıkacağı aşikârdır. Bu durumun yanı sıra buluttaki sabit miktardaki bant genişliği, veri depolama alanının tüm topluluk kullanıcıları arasında paylaşılması dezavantajlı bir durum olduğu görülmektedir (Goyal, 2014; Rao vd., 2015).

2.4. Kullanılan Bulut Hizmetler

Bulut hizmet kullanıcı sayısının Dünyada ve Türkiye’de gün geçtikçe arttığını gören bulut hizmet şirketleri piyasada farklı kriterler ile yerini almaktadır. Şekil 2.7’de piyasada olan bazı bulut hizmet sağlayıcıları gösterilmektedir.



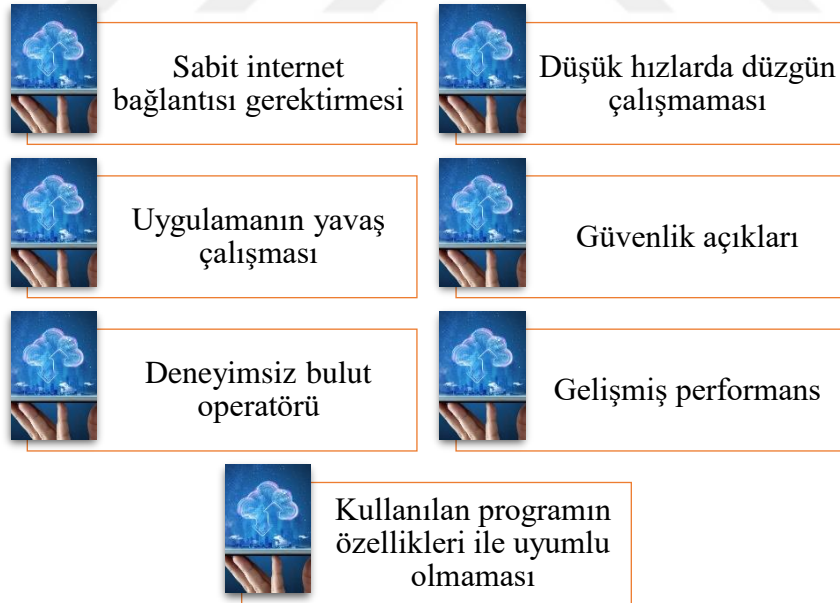
Şekil 2.7. Bulut hizmet sağlayıcıları

Bulut hizmet sağlayıcısı kullanıcıları açısından bulut hizmetin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bulut hizmet sağlayıcıların, bireysel ya da kurumsal

kullanıcılar için avantajları Şekil 2.8 ve dezavantajları Şekil 2.9’da gösterilmektedir (Jyoti vd., 2011; Başer,2016; Arslan, 2018).



Şekil 2.8. Bulut hizmet avantajları



Şekil 2.9. Bulut hizmet dezavantajları

3. LİTERATÜR TARAMASI

Bulut hizmet, son kullanıcıların ihtiyacı olan her türlü dosya ve dokümantasyonun yetki kapsamında her yerden ulaşılabilirliğini sağlayan bir sistem olup şirketlerin en büyük sorunlarından birini yani veri saklama sorununu çözmektedir. Günümüz orta ölçekli şirketlerin problemlerinden biri olan veri saklama sorunu, bu şirketler için en uygun bulut hizmetin kiralanması olacaktır. Bunun için orta ölçekli şirketlerde hangi kriterlerin etkili olduğu tespit edilmeli ve bu kriterlerin önem sıralamasına göre bulut hizmet sağlayıcısı belirlenmelidir. Bu bölümde bulut hizmet ile ilgili yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

Godse ve Mulik (2009) bulut bilişim modellerinden biri olan SaaS modeli üzerinde çalışma yapmışlardır. Ele aldıkları modelde işlevsellik, mimari, kullanılabilirlik, müşteri memnuniyeti, maliyet kriterlerini çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Şirketler için gerek müşterilerini gerekse personellerini memnun etmek oldukça önemlidir. Dijital alanda teknolojinin gelişimi beraberinde hizmet kalitesindeki farklılığı da ortaya çıkarmıştır. Karim vd. (2011) Hizmet Kalitesi (QoS) dayalı bir web servis seçimi için QoS niteliklerine göre kullanılabilirlik, güvenilirlik, uyumluluk, ölçeklenebilirlik, yanıtlatma süresi, verim, maliyet, müşteri memnuniyeti, güvenlik kriterlerini çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemini uygulayarak bu kriterlerin önem derecelerini değerlendirmiştir. AAS yönteminde elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak üst düzey QoS, düşük seviye QoS, kullanıcı ve yönetim hizmet kalitesi alternatifleri PROMETHEE yöntemi ile sıralaması yapılmıştır.

Ur Rehman vd. (2012) bulut bilişim modellerinden IaaS modelini ele almışlardır. Bulut hizmet seçimi probleminde bellek, maliyet, CPU gibi kriterleri belirleyerek çok kriterli karar verme yöntemlerinden en temel min-maks, maks-min ve uzlaşma teknikleri, AHS, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHE yöntemlerini uygulayarak 13 servis sağlayıcının sıralamalarını belirlemiş ve karşılaştırmışlardır. Supriya vd. (2012) bulut hizmet sağlayıcı sıralamalarında ele alınan kriterlerden farklı olarak çeviklik kriterini eklemiştirler. Çeviklik, finansal, performans ve güven olmak üzere belirlediği kriterler ile 5 bulut hizmet sağlayıcısını 4 kategoride incelemiştirler. İncelemelerinde bulut mantığına dayalı bir güven yönetimi modeli geliştirmiş ve bulut

hizmet sağlayıcı kullanıcılarının gereksinimlerine uygun bir bulut hizmet sağlayıcı seçim modeli oluşturmuşlardır.

Ur Rehman vd. (2013) bulut hizmet seçiminde, 5 hizmet sağlayıcı için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak üç benzetim modelini değerlendirmiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan web siteleri de bulut hizmet modellerinden SaaS modelinde yer almaktadır. Karim vd. (2013) bulut ortamında web hizmetlerinin QoS gereksinimleri ile ilgili problemleri ele almıştır. Kullanılabilirlik, veri kontrolü, güvenilirlik, tepki süresi, güvenlik, maliyet gibi problemlerin değerlendirmesi için AHS yöntemi kullanılmıştır.

Bulut hizmetin yaygınlaşması ile çalışmaların bulut hizmet üzerinde geliştirildiği görülmektedir. Garg vd. (2013) bulut hizmet sağlayıcı kullanımında etkili olan maliyet, performans güvenlik, gizlilik, kullanılabilirlik, birlikte çalışabilirlik gibi kriterleri inceleyerek AHS tabanlı bir sıralama yöntemi önermişlerdir. Bulut hizmet sağlayıcı seçimlerinin her geçen gün önem kazanması bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan faktörler, karar verme aşamasındaki süreç gibi birçok problemi de beraberinde getirmiştir. Sun vd. (2014) karar verme teknikleri, veri gösterim modelleri, bulut hizmet parametreleri ve özellikleri açısından bulut hizmet sağlayıcı seçim modellerini incelemişlerdir.

Afify vd. (2014) bulut hizmet seçimi için literatürde yapılan yöntemleri incelemişlerdir. Yaptıkları araştırma sonucunda etkin hizmet tanımlama modeli, keşif ve seçim mekanizmalarına sahip eksiksiz bir sistemin var olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple, kullanıcıya işlevsel ve işlevsel olmayan gereksinimlerini karşılayan en iyi SaaS hizmet seçimi için anlamsal tabanlı bir SaaS seçim sistemini önermişlerdir.

Zheng ve Xu (2014) bulut hizmet sağlayıcı seçimi için belirlenen 3 hizmet sağlayıcınının güvenlik ve gizlilik, mevcut işletim sistemi platformuna olan uyumluluğu ve kullanılabilirliği kriterlerini bulanık çok nitelikli karar verme yöntemlerinden biri olan üçgen sezgisel bulanık sayılar (TIFN) yöntemi ile değerlendirmişlerdir.

Patiniotakis vd. (2015) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde heterojen hizmet özelliklerine dayalı değerlendirmeler yaparak BAHS yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Geleneksel bulut hizmet sıralaması yöntemlerinin yanı sıra tercih tabanlı bulut servis önerisini (PULSAR) tasarlamışlardır. Garg vd. (2015) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde en iyi

alternatifin seçilmesi için işlevsel olmayan gereksinimlere (NRF) dayalı ve AAS ve TOPSIS yöntemi tabanlı TrAdeCIS yöntemini önermişlerdir.

Supriya vd. (2016) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde çeviklik, finansal, performans, güvenlik, kullanılabilirlik olmak üzere 5 ana kriter ve 14 alt kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler ile 7 bulut hizmet sağlayıcıyı çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS, BAHS, TOPSIS ve BTOPSIS yöntemlerini kullanarak sıralamış ve karşılaştırmışlardır.

Serrai vd. (2017) web servis hizmetlerini uygulama, maliyet, güvenlik, kullanılabilirlik ve müşteri memnuniyeti kriterleri ile inceleyerek çok kriterli karar verme yöntemleri ile sıralamışlardır. Tripathi vd., (2017) servis yanıt süresi, performans, ölçeklenebilirlik, esneklik, fiyat, kullanılabilirlik, güvenilirlik, uygulanabilirlik, itibar, güvenlik, sürdürülebilirlik, uygunluk, doğruluk, şeffaflık, birlikte çalışabilirlik, kararlılık kriterleri ile belirlenen hizmet sağlayıcıları AAS yöntemi ile sıralamışlardır. Ding vd. (2017) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde en yüksek müşteri memnuniyetini dikkate alarak sıralamaya dayalı bir tahmini yöntemi sunmaktadırlar. Ele aldıkları tahmin yönteminde; sıralama tercihi tahmini ve müşterinin beklentisini dikkate almaktadır. Kumar vd. (2017) çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve TOPSIS yöntemleri kullanarak bulanık ortamda yeni bir bulut hizmeti seçim modelini tasarlamışlardır. Tasarladıkları modelin duyarlılık analizi uygulanarak geçerliliğini göstermişlerdir. Khowfa ve Silasai (2017) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde QoS özelliklerine uygun değerlendirmeler yapabilmek için ilişkilendirme kuralları ve AHS yöntemini kullanmışlardır.

Khurana ve Bawa (2017) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde Microsoft Azure, Amazon ve Rackspace bulut hizmet sağlayıcılarının, ele aldıkları verimlilik, kullanılabilirlik, güvenilirlik, tepki süresi kriterlerinin etkisi ile SLA (hizmet seviyesi anlaşması) tabanlı sıralamasını yapmışlardır.

Nawaz vd. (2018) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde QoS performans yönünden değerlendirmek için BWM ve AHS yöntemleri kullanmışlardır. AHS yönteminin daha iyi performans gösterdiği vurgulanmıştır. Basuve ve Ghosh (2018) bulut ortamı, veri merkezi konumu, kapasite, ölçeklenebilirlik, maliyet, performans gibi kriterler üzerinde değerlendirme yaparak 3 bulut hizmet sağlayıcısını değerlendirmişler ve BTOPSIS yöntemi ile bulut hizmet sağlayıcı sıralaması elde etmişlerdir.

Onar vd. (2018) belirledikleri 4 bulut hizmet sağlayıcısını 7 ana kriter ve 21 alt kriter etkisi ile Pisagor BTOPSIS yöntemini kullanarak sıralamışlardır. Al-Faifi vd. (2019) bulut hizmet sağlayıcılarını belirledikleri hafıza kullanımı, tepki süresi, maliyet ve CPU kullanımı kriterlerini değerlendirerek AAS ve DEMATEL yöntemlerini uygulamışlardır. Ayrıca K-means algoritması ile bulut hizmet sağlayıcıları kümelendirilmiştir.

Jatoh vd. (2019) bulut hizmet sağlayıcı probleminde 19 alternatif 5 kriterden oluşan bir vaka çalışması yapmışlardır. Çalışma kapsamında Gri TOPSIS yöntemi kullanılarak karma bulut hizmet sağlayıcıların sıralaması yapılmıştır. Sun vd. (2019) farklı ölçüt etkileşimlerinin bulut hizmet sağlayıcı seçimi üzerindeki etkisini değerlendirmek için CSSCI modelini önermişlerdir. Çalışmada SWA, TOPSIS ve VIKOR yöntemleri kullanılarak alternatifler karşılaştırılmıştır. Sohaib vd. (2019) bulut hizmette etkili olan 12 alt kriter 3 ana kriter belirlemiştir. Belirlenen kriterlerin bulut hizmet modellerinden olan SaaS, PaaS ve IaaS alternatifleri üzerindeki etkileri TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Uslu vd. (2019a) teknolojiye hızlı gelişimin, şirketler arası rekabeti farklı bir boyuta taşıdığını belirtmişlerdir. Günümüz teknolojisinde şirketler, veri sağlayabilmesi, hızlı erişim ve kolay etkileşim sağlayabilmesi için bulut hizmet sağlayıcılarına ihtiyaç duymaktadır. Şirketler kendilerine en uygun bulut hizmet sağlayıcısını seçmeleri için bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterleri belirleyerek önceliklendirmişlerdir. Uslu vd. (2019b) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıklarını eşit dağılımlı ve AAS yönteminde elde edilen ağırlıklar ile ele almışlardır. Uzmanlar tarafından belirlenen 6 bulut hizmet sağlayıcısını çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile değerlendirerek elde ettikleri sıralamaları karşılaştırmışlardır.

Liu vd. (2020) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan maliyet, tepki süresi, kullanılabilirlik, güvenilirlik ve müşteri memnuniyeti faktörleri ile 8 bulut hizmet sağlayıcısını çok kriterli karar verme yöntemlerinden Entropi-GRA-ELECTRE III ile değerlendirmişlerdir.

Youssef (2020) bulut hizmet sağlayıcı seçiminde kullanılan kriterlerin ve alternatiflerin göreceli tercihlerinden yararlanmaktadır. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde tutarlı ve verimli yeni birçok kriterli karar verme yaklaşımı önermektedirler. Önerilen yaklaşım, alternatifleri sıralamak için TOPSIS ve en iyi en kötü yöntem

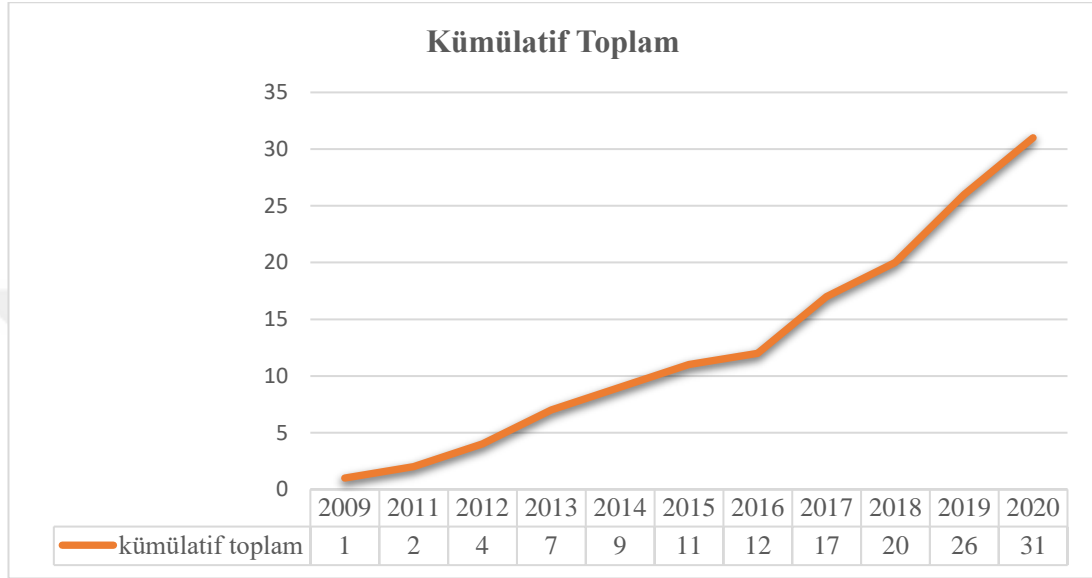
(BWM) ile tercih sırası tekniğini içermektedir. Önerdikleri yaklaşım ile çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS yöntemi uygulayarak karşılaştırma yapmışlardır. Karşılaştırma sonuçlarına göre önerilen yaklaşımın hesaplama karmaşıklığı ve tutarlılığı açısından AHS'den daha iyi performans gösterdiği ve bu sebeple AHS'ye göre daha verimli ve güvenli olduğunu sunmuşlardır.

Tiwari ve Kumar (2020) Gauss dağılımına dayanan bir bulut hizmet sağlayıcı seçimi için TOPSIS yöntemine benzer bir sıralama yöntemi tekniği geliştirmişlerdir. Önerilen teknikte, bulut hizmetleri, bulut hizmet sağlayıcıları tarafından sağlanan hizmetlerin kalitesine ve kullanıcının önceliğine göre sıralanmıştır. Nacer vd. (2020) bulut hizmetlerdeki çeşitlilik göz önüne alındığında bulut hizmet seçimini doğru sağlamak oldukça güç olduğundan ve bulut hizmet sağlayıcılarını seçmek için ilişkilerini tanımlamanın zorluğundan bahsetmişlerdir. Bulut hizmet sağlayıcılarını karşılaştırarak bulut ilişkisel veri tabanları ve bulut kuyruğu hizmetleri üzerinde durmuşlardır.

Gireesha vd. (2020) güvenilir bulut hizmet sağlayıcı seçiminde Geliştirilmiş Aralıklı Değerli Sezgisel (GADS) bulanık küme ağırlıklı toplam ve ürün değerlendirmesi tabanlı bulut hizmeti sağlayıcısı seçim yaklaşımından bahsetmişlerdir. Önerilen bulut hizmet sağlayıcı seçim yaklaşımında QoS özelliklerinin önemini duyarlılık analizi kullanarak göstermişlerdir. Devi ve Shanmugalakshmi (2020) bulut hizmetlerin dinamik sıralaması ve seçimi için doğrusal programlama modeli kullanmışlardır. Bulut hizmet seçimi için kullanılan modelde kullanılabilirlik, maliyet, depolama ve güvenlik faktörlerini AHS yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Kriterlerin ağırlıklandırılması doğrusal programlama modelinde kullanılmıştır.

İncelenen literatür çalışmalarında bulut hizmetler, bulut hizmetlerin avantajı ve dezavantajı, bulut hizmet seçimi için yeni geliştirilmiş modeller ve çok kriterli karar verme yöntemleri üzerinde durulmuştur. Bu tez çalışmasında ise bulut hizmet sağlayıcıların seçiminde etkili olan kriterler belirlenmiş, AAS ve BAHS yöntemleri ile önceliklendirilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile sıralaması yapılarak 6 senaryoda karşılaştırılmıştır. Böylece bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin bulut hizmet seçimindeki yeri ve tercih edilen nicel, nitel değerlendirmeler için kullanılan yöntemlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bulut hizmet sağlayıcıların Google Akademi platformunda yer alan 2009-2020 yılları arasında çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak seçimi problemi ile ilgili çalışmalar Şekil 3.1’de gösterilmektedir. Şekil 3.1’e bakıldığında son yıllarda bulut hizmet sağlayıcı seçimi konusunda literatür çalışmalarının hızlı bir yükselişe geçtiği görülmektedir.

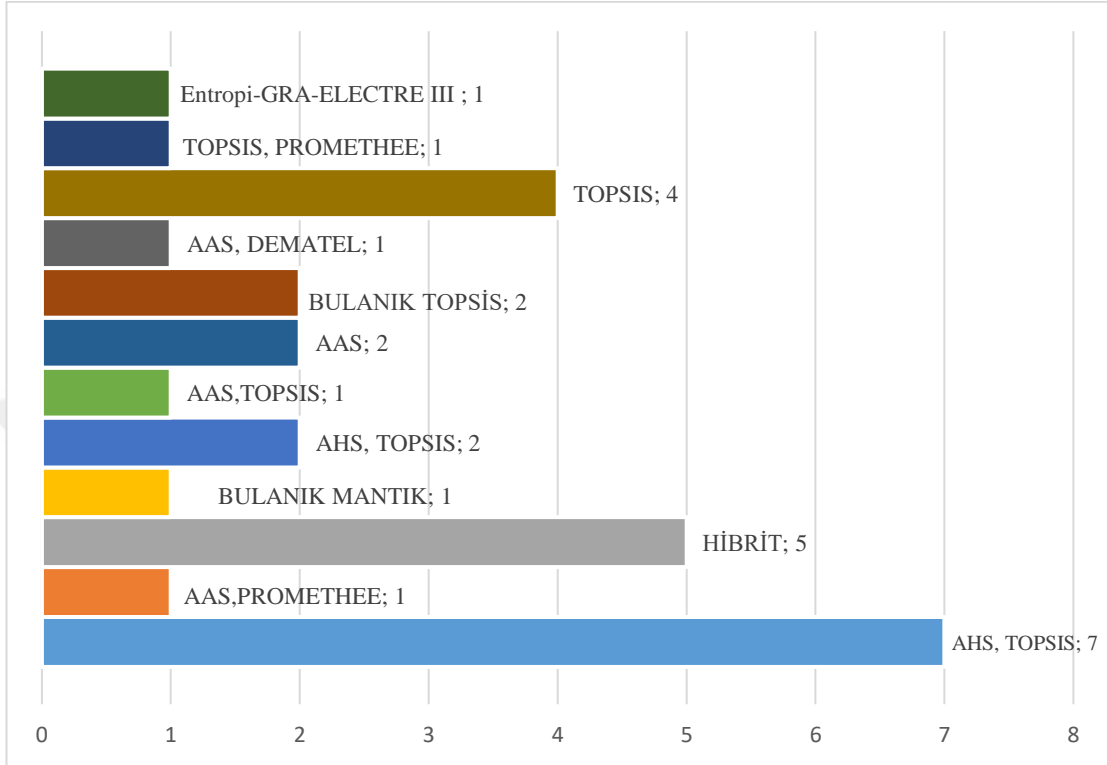


Şekil 3.1. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde çok kriterli karar verme yöntem kullanımının yıllara göre kümülatif toplamı

Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak bulut hizmet sağlayıcı seçim problemi son yıllarda literatürde yerini almaya başlamıştır. Çalışmalar incelendiğinde bulut hizmet sağlayıcı seçiminde uzmanların karar verme süreçlerini kolaylaştırmak ve anlaşılabilir yöntemlerin kullanılması için çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurulduğu görülmektedir. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi ve bulut hizmet sağlayıcı seçimi için kullanılan yöntemler Şekil 3.2’de sınıflandırılmıştır. Literatürde yer alan 31 çalışmanın 7’sinde AHS ve 4’ünde TOPSIS yönteminin tercih edildiği görülmektedir. Ele alınan çalışmaların genelinde AHS yönteminin ağırlıkta kullanıldığı ve genellikle yapılan çalışmaların birbirleri ile entegreli bir şekilde karşılaştırmalı değerlendirme yapıldığı görülmektedir.

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri yazar ve yıllara göre Çizelge 3.1’de sınıflandırılmıştır. Çizelge 3.1 incelendiğinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve TOPSIS yönteminin 2009-2020 yılları

arasında çok fazla tercih edildiği görülmektedir. Çizelge 3.2’de bulunan yöntem değerleri ile farklılık göstermesinin sebebi ise burada hangi yöntemlerin kullanıldığını görmek amacıyla AAS-TOPSIS gibi entegreli olan çalışmaların gösterilmemesidir.



Şekil 3.2. Makale sayısı

Çizelge 3.1. Kullanılan yöntem- yazar ilişkisi

Yazar	Yıl	AHS	AAS	PROMETHEE	TOPSIS	ELECTRE	Min-Maks	Maks-Min	VIKOR	Uzlaşma Teknikleri	Bulank Mantık	BAHS	BTOPSIS	COPRAS	BWM	
Godse ve Mulik	2009	✓														
Karim vd.	2011		✓	✓												
Ur Rehman vd.	2012	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓						
Supriya vd.	2012										✓					
Ur Rehman vd.	2013	✓			✓											
Karim vd.	2013	✓														
Garg vd.	2013	✓														
Patiniotakis vd.	2015	✓														
Garg vd.	2015		✓		✓											
Supriya vd.	2016	✓			✓							✓	✓			
Serrai vd.	2017				✓				✓						✓	
Tripathi vd.	2017		✓													
Kumar vd.	2017	✓			✓											
Khowfa ve Silasai	2017	✓														
Khurana ve Bawa	2017															✓
Basuve ve Ghosh	2018												✓			
Onar vd.	2018												✓			
Al-Faifi vd.	2019		✓													
Jatoth vd.	2019				✓											
Sun vd.	2019				✓				✓							
Sohaib vd.	2019				✓											
Uslu vd.	2019		✓													
Uslu vd.	2019			✓	✓											
Liu vd.	2020					✓										
Youssef	2020	✓			✓											✓
Tiwari ve Kumar	2020				✓											
Devi ve Shanmugalakshmi	2020	✓														
Toplam		12	5	3	12	2	1	1	2	1	1	1	3	1	2	

Bu tez çalışmasında ele alınan kriterlerin literatür kapsamında yapılan çalışmalarda yer alma durumu Çizelge 3.2’de gösterilmektedir. Çizelge de ele alınan kriterler Hafıza Kullanımı (HK), CPU Kullanımı (CK), Tepki Süresi (TS), Hizmet (HT), Maliyet (MT), Kullanılabilirlik (KK), Güvenirlilik (GK), Veri Hızı (VH), Güvenlik (G), Müşteri Memnuniyeti (MM), Ölçeklenebilirlik (ÖK), Verim/Verimlilik (V), Performans (P), İşlem Hızı (İH), Depolama/Veri Merkezi Konumu (DK), Taşınabilirlik (TK), Çeviklik (ÇK), Birlikte Çalışabilirlik (BÇ), Adapte Olabilirlik (AO), Uygunluk (UK), Şeffaflık (ŞK), Ağ gecikme süresi (AS), Kapasite (KE), Servis (S), İşlevsellik (İK) şeklinde kısaltılmıştır. İncelenen çalışmalar arasında bulut hizmet sağlayıcı seçimi probleminde etkili olduğu tespit edilmiş kriterlerden 25 tanesi incelenmiştir. Bu kriterler arasında sırasıyla kullanılabilirlik, maliyet, tepki süresi, güvenirlilik ve güven kriterlerinin diğer kriterlere göre daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Bu tez çalışmasında ise literatür incelemesi ve uzman görüşleri doğrultusunda kriterler, ana kriter ve alt kriter olarak gruplandırılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Literatürde kullanılan kriterler

Yazar	Yıl	HK	CK	TS	HT	MT	KK	GK	VH	G	MM	ÖK	V	P	IH	DK	TK	ÇK	BÇ	AO	UK	ŞK	AS	KE	S	İK	
Godse ve Mulik	2009																										
Karim vd.	2011																										
Ur Rehman vd.	2012																										
Supriya vd.	2012																										
Ur Rehman vd.	2013																										
Karim vd.	2013																										
Garg vd.	2013																										
Afiy vd.	2014																										
Zheng ve Xu	2014																										
Patiniotakis vd.	2015																										
Garg vd.	2015																										
Supriya vd.	2016																										
Serrai vd.	2017																										
Tripathi vd.	2017																										
Kumar vd.	2017																										
Khowfa ve Silasai	2017																										
Khurana ve Bawa	2017																										
Nawaz vd.	2018																										
Basuve ve Chosh	2018																										
Onar vd.	2018																										
Al-Faifi vd.	2019																										
Jatoth vd.	2019																										
Sun vd.	2019																										
Sohaib vd.	2019																										
Uslu vd.	2019a																										
Uslu vd.	2019b																										
Liu vd.	2020																										
Youssef	2020																										
Tiwari ve Kumar	2020																										
Çireesha vd.	2020																										
Devi ve Shannugalaks hmi	2020																										
TOPLAM		9	8	19	2	25	21	17	7	16	8	5	4	11	6	2	4	3	5	3	10	3	3	4	3	4	

Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak değerlendirilen bulut hizmet sağlayıcı seçim problemi literatürde birçok çalışmada görülmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde genellikle bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler veya bulut hizmet sağlayıcı seçimi çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada orta ölçekli şirketlerin kendilerine uygun bulut hizmet sağlayıcı kiralamak istediklerinde, öncelikle hangi kriterleri hangi durumda belirledikleri ile ilgili bir çalışma yapılmış ve bulut hizmet sağlayıcıları karşılaştırılmıştır. Böylece bu çalışmanın bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin belirlenmesi ve bulut hizmet sağlayıcıların sıralanması konusunda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Önceki paragraflarda özetlenen çalışmalar ışığında bu çalışmanın literatürden farklılıkları aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler 5 ana kriter ve 17 alt kriter şeklinde belirlenmiş ve kriter aşağıdaki gibi saptanmıştır.
 - ✓ Kriterler arası bağılıklar dikkate alınmış ve AAS yönteminde değerlendirilmiştir.
 - ✓ Karmaşık problemlerin uzmanlar tarafından değerlendirme aşamasında karşılaşılan sözel karşılaştırmalarından dolayı BAHS yöntemi tercih edilmiştir.
- Belirlenen bulut hizmet sağlayıcıların kriterler ile değerlendirilmesinde ise şu yollar izlenmiştir.
 - ✓ Karar vericilerin anlaşılır ve kolay analiz edebilmeleri için nicel veriler ile ideal uzaklıklarına göre bir sıralama yöntemi olan TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir.
 - ✓ Karar vericilerin probleme en uygun tercih fonksiyonunu seçebilmesi, kriterlerin önem dereceleri yorumlanırken hangi kriteri tercih ettiklerine göre maksimum ve minimum değerlendirme yapabilmeleri açısından PROMETHEE yöntemleri kullanılmıştır.
- Belirlenen bulut hizmet sağlayıcıların değerlendirme aşamasında karar vericilerin alternatif-kriter karşılaştırmalarının, bazı değerlendirmelerde kesin değerlerin kullanılmasında zorluk çekilmesi ve daha çok sözel ifadelere başvurulmasından dolayı bulanık değerlendirme yöntemlerine başvurularak karşılaştırma yapılmıştır.

Şirketlerin kendilerine uygun olmayan bulut hizmet sağlayıcı seçimi durumunda beklenmeyen maliyetlerin (bakım maliyetleri, ekstra güvenlik maliyeti, ekstra

kullanılacak alan ve taşıma maliyetleri) ortaya çıkacağı bilinmektedir. Bu nedenle şirketlerin kendilerine en uygun bulut hizmet sağlayıcıyı seçebilmeleri için birçok kriteri doğru bir şekilde değerlendirmeleri ve bu değerlendirme aşamasında kendilerine en uygun yöntemi seçmeleri gerekmektedir. Bu çalışma şirketlerin olası fazla maliyetlerinin önüne geçebilmelerini hedeflemektedir.



4. KULLANILAN YÖNTEMLER

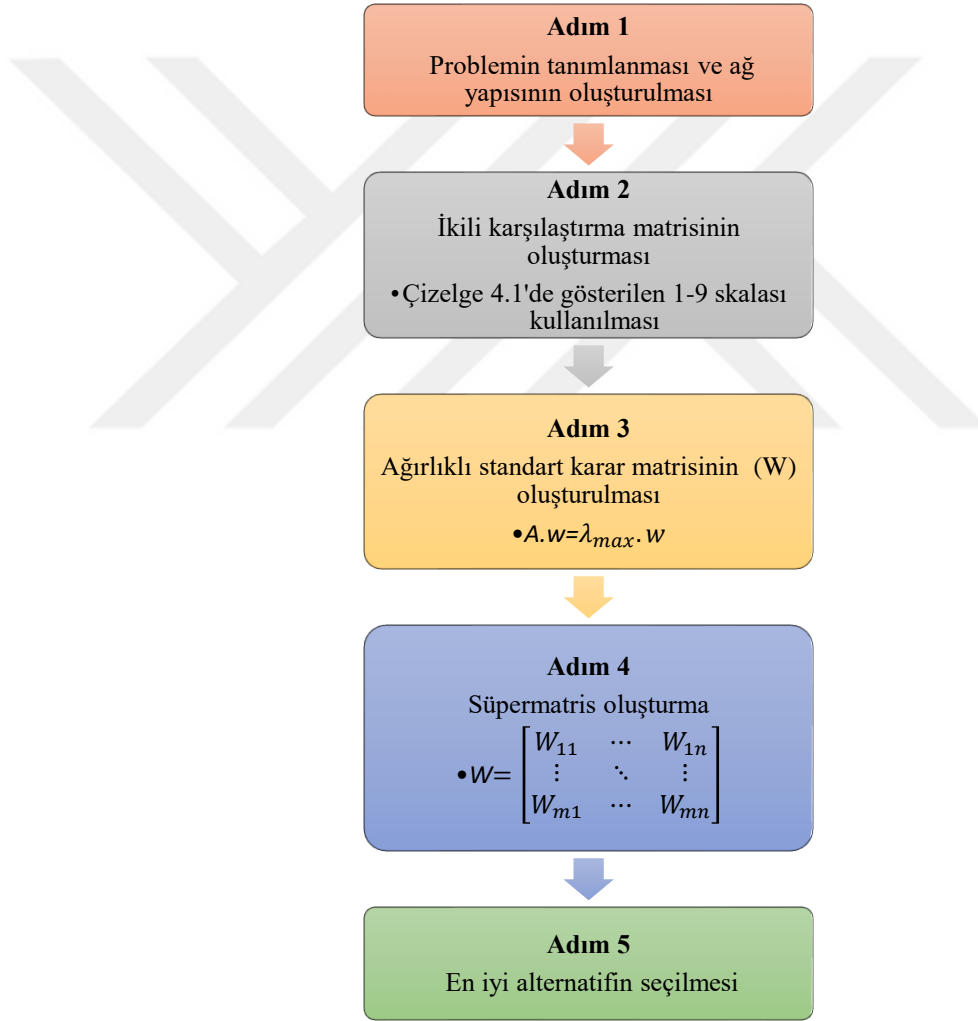
İnsanoğlu gerek günlük yaşamda gerekse profesyonel iş hayatında birçok karar verme süreçleri ile karşılaşmaktadır. Karar vericiler için karar aşamasında birden fazla faktörün bir arada olması ve bu faktörlerin önem sıralaması gibi etkenler bir araya geldiğinde en uygun seçimi yapmak oldukça güç hale gelmektedir. Literatürde, bu tür durumlar karşısında karar vericilerin daha kolay karar verebilmelerine yardımcı olabilecek yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlere çok kriterli karar verme yöntemleri denilmektedir. Literatürde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı sağlık, tesis seçimi, personel seçimi, endüstri 4.0, enerji gibi alanlarda birçok çalışma mevcuttur. Çok kriterli karar verme yöntemlerinde, alternatiflerin ideal noktaya uzaklığı ya da kriter üstünlüklerine göre sıralama olmak üzere iki temel amaç bulunmaktadır. Karar vericilerin kullanacakları yöntemin anlaşılması ve uygulamanın kolay olmasıyla birlikte karar verme sürecinin iyileştirilmesi açısından çok kriterli karar verme yöntemlerini tercih ettiği görülmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden yaygın olarak AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci), AAS, TOPSIS, PROMETHEE, VIKOR (Vlsekriterijumska Optimizacijaı Kompromisno Resenje) ve ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında ele alınan problemin birden fazla alternatiften oluşması ve çoklu kriterlere sahip olması çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurulmasına neden olmuştur.

4.1. AAS Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AAS Saaty tarafından geliştirilmiştir. Karar verme problemlerinde etkili olan faktörlerin birbirleri arasındaki bağımlılıklarından dolayı hiyerarşik yapının oluşturulması oldukça güçtür. Bu tür karar verme problemlerinin daha kolay analiz edilebilmesi ve kmeleştirilerek faktörler arasındaki bağın tanımlanabilmesi için AAS yöntemi kullanılmaktadır (şah, 2010; zcan vd., 2017; Gr vd., 2018; Uslu vd., 2019). Problemdede yer alan kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılıkları dikkate alınarak karmaşık problemlerde bir sıralama sağlar. AAS yöntemi adımları şekil 4.1.'de gösterildiği gibidir. AAS yönteminde kullanılan 1-9 Skalası izelge 4.1'de gösterilmektedir (Gr vd., 2016; Hamurcu ve Eren, 2017; zder vd.,2019).

Çizelge 4.1. AAS 1-9 skalası

Değer	Tanım
1	Eşitlik
3	Az önemli
5	Oldukça önemli
7	Çok önemli
9	Son derece önemli
2,4,6,8	Ara değerler



Şekil 4.1. AAS adımları

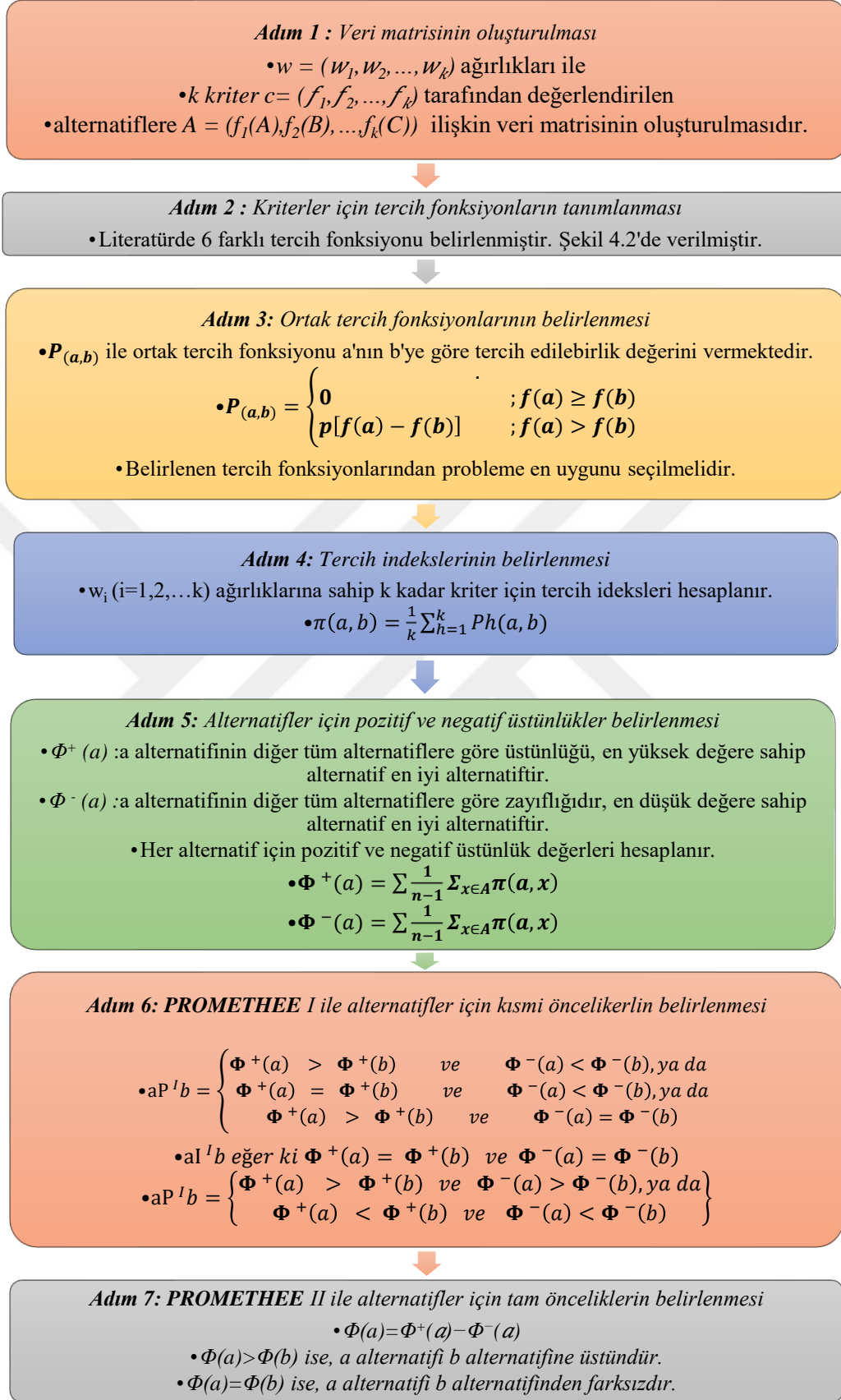
4.2. PROMETHEE Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations) yönteminin J.Brans tarafından 1982 yılında ilk versiyonu ortaya çıkmıştır. Daha sonra yöntem üzerinde çalışmalar yapılarak geliştirilmiştir (Mareschal ve Brans, 1988; Brans ve Mareschal, 1995).

Karar verme sürecinde, problemin alternatifleri, kriterleri ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. PROMETHEE yönteminin, çok kriterli problemlerinde en etkili ve en kolay sıralama yöntemi olarak bilinmektedir. Bu yöntemde her kriter için uygun tercih fonksiyonunun seçilmesi gerekmektedir (Behzadian ve Kazemzadeh, 2010; Asoğlu ve Eren, 2018; Uslu vd., 2020). Böylece diğer yöntemlere göre daha etkin sonuçlar vermektedir. Bazı karmaşık problemler hem nicel hem de nitel değerlendirmelere sahiptirler. Bu tür durumlarda karar vericilerin tüm özellikleri aynı dile çevrilmesi gerekmektedir. PROMETHEE yöntemi bu tür problemlerde kolay kullanım sağlayarak karar verme sürecine yardımcı olmaktadır. PROMETHEE yöntemi uygulama aşamasında karar vericiler problemin tercih fonksiyonunu seçerek hangi durum tipine girdiğini belirlemelidir. PROMETHEE tercih fonksiyonları Şekil 4.2’de, yöntem adımları Şekil 4.3’te gösterildiği gibidir (Taş vd., 2018; Uslu vd., 2019).

Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik, $p(x)$
Birinci Tip (olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-tipi)	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s \leq x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

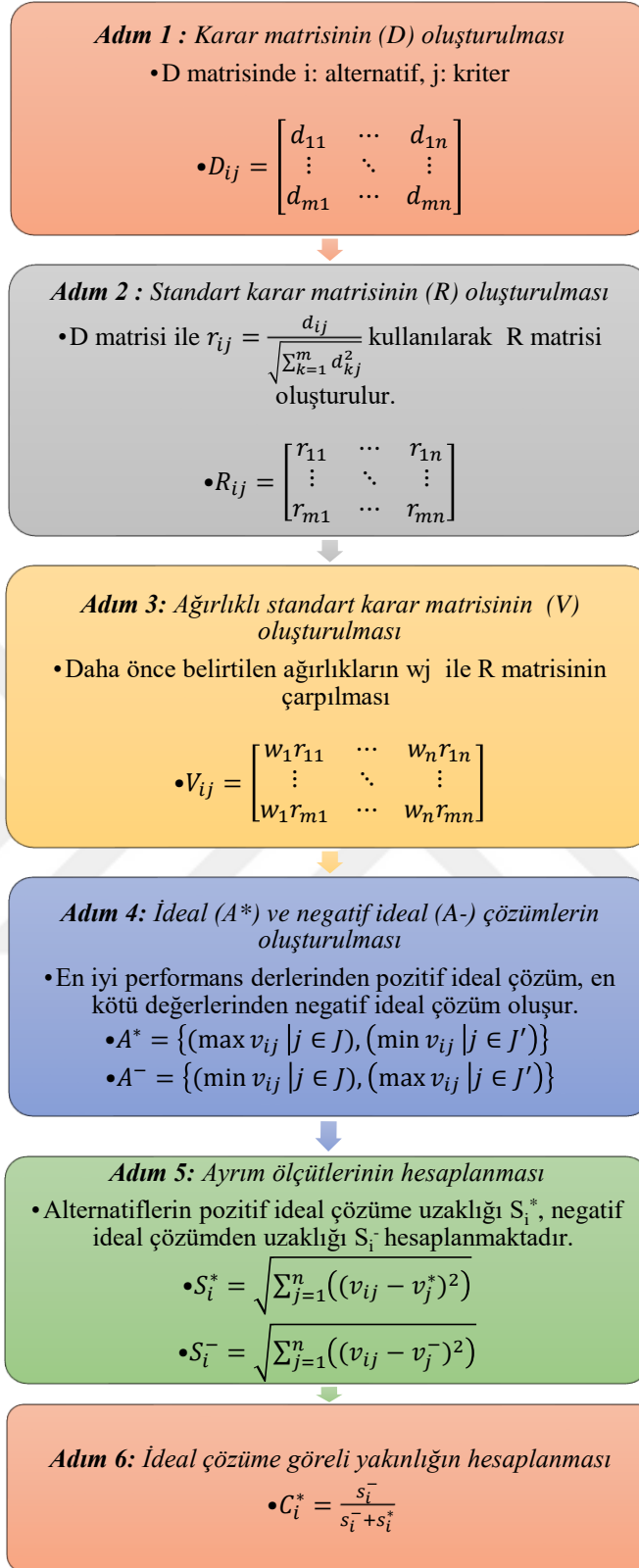
Şekil 4.2. PROMETHEE tercih fonksiyonları (Brans vd., 1986)



Şekil 4.3. PROMETHEE adımları

4.3. TOPSIS Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden bir olan TOPSIS yöntemi 1981 yılında Yoon ve Hwang tarafından geliştirilmiştir (Yoon ve Hwang,1995). TOPSIS yönteminin amacı, karar vericilerin belirlediği alternatiflerin kendi aralarında sıralamasının yapılmasını sağlamaktır. Personel seçim, pazar seçimi, tesis yeri seçimi, santral yeri seçimi, finans, kaynak planlaması, ulaşım, risk analizi gibi birçok alanda TOPSIS yöntemi kullanılmaktadır. TOPSIS yönteminde seçilecek olan alternatifin ideal çözüme en yakın mesafede ve negatif çözüme en uzak mesafede olması gerekmektedir (Uslu vd., 2019). TOPSIS yönteminde alternatiflerin kendi aralarında değerlendirilmesinin yanında kriterlerin ağırlıkları da önemlidir (Alp ve Engin, 2011; Cemre vd., 2018). TOPSIS yöntemi, ele alınan problemin nicel verilere sahip olmasının yanı sıra karar vericiler tarafından anlaşılabilir ve kullanım kolaylığına sahip bir yöntem olması sebebi ile birçok sektörde tercih edilmektedir. TOPSIS yöntemi karı mümkün olduğunca arttırmanın yanı sıra riski de olabildiğince azaltmayı hedeflemektedir (Çakın, 2013). TOPSIS yöntemi adımları Şekil 3.4'te gösterildiği gibidir (Demirelli, 2010; Özcan vd., 2017; Kızıлтаş vd., 2017; Uslu vd., 2020).



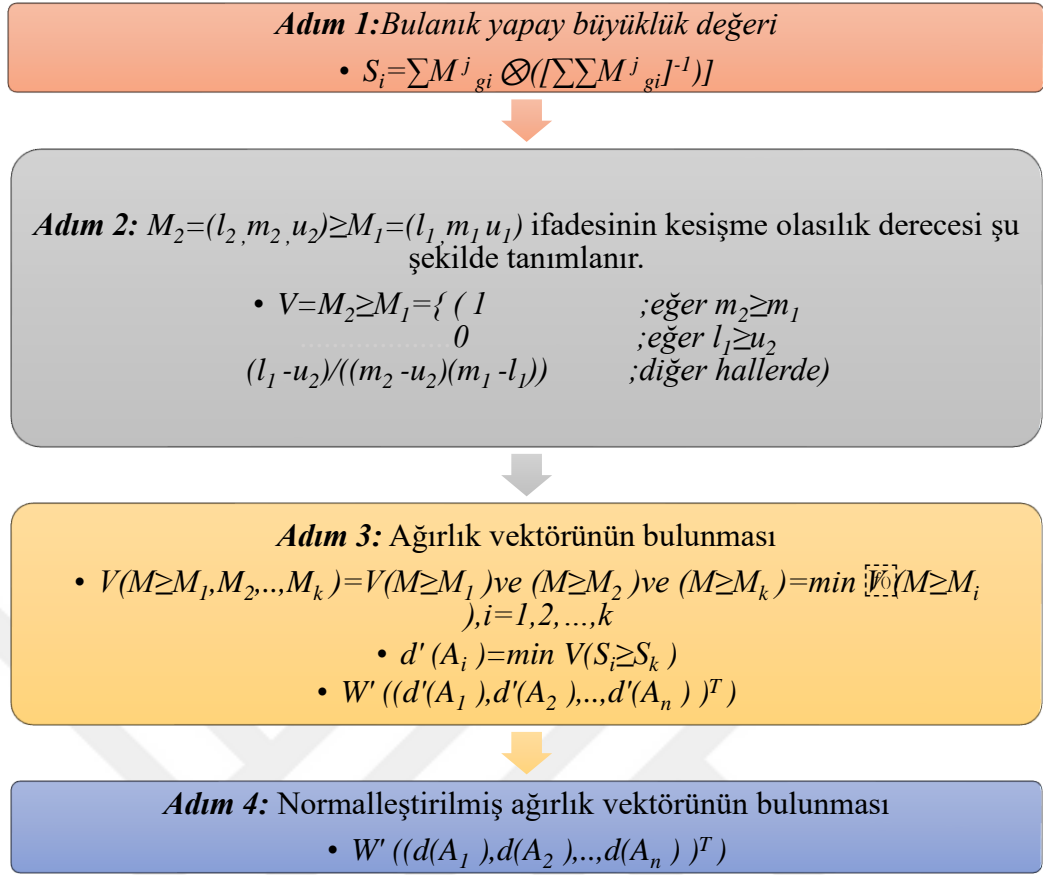
Şekil 4.4. TOPSIS adımları

4.4. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

Günlük yaşantımızda karşılaştığımız problemleri analiz etmek ve karar vermek oldukça güçtür. Karar verme sürecinde birçok belirsizlikle karşılaşmaktadır. Bu tür durumlarda karar vericilerin problemi değerlendirme aşamasında kullanılabileceği dilsel ifadeler geliştirilmiştir. Bu dilsel ifadeler, karmaşık ve belirsizliğin çok olduğu, net sayıların verilemediği problemler için BAHS yönteminde kullanılmaktadır. BAHS, AHS ile aynı işlevi görse de BAHS yönteminde yapılması gereken matematiksel işlemler AHS yöntemine göre daha zordur. BAHS yönteminin kullanımı, AHS yöntemi kadar yaygın olmasa da bulanık mantığın yapısı insanoğlunun düşünce sistemi için daha uygun ve anlaşılır olmaktadır. Ele alınan problemde net değerler kullanılamaması durumunda dilsel ifadeler için BAHS yöntemine başvurulmuştur. BAHS yönteminde kullanılan dilsel ifadeler Çizelge 4.2’de gösterilmektedir. Tez kapsamında BAHS yöntemi olarak Chang (1996)’ın geliştirmiş olduğu genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmıştır. Chang’ın genişletilmiş analiz yöntemi adımları Şekil 4.5’te gösterilmektedir (Chang, 1996; Vatansever ve Uluköy, 2013; Hamurcu ve Eren, 2017; Eren vd., 2018).

Çizelge 4.2. Dilsel ifadelerin üçgen bulanık sayı türünden karşılıkları

Üçgensel Bulanık Sayılar	Dilsel 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



Şekil 4.5. BAHS adımları

Literatürde BAHS ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar son yıllarda ağırlıklı olarak gördüğümüz endüstri 4.0 (Sun, 2010; Simon vd., 2018; Büyüközkan vd., 2019), nesnelerin interneti (Zhang vd., 2011; Ly vd., 2018) ve bulut (Yıldırım ve Önay, 2013; Singla ve Kaushal, 2015; Alam vd., 2018) alanlarında da bulunmaktadır.

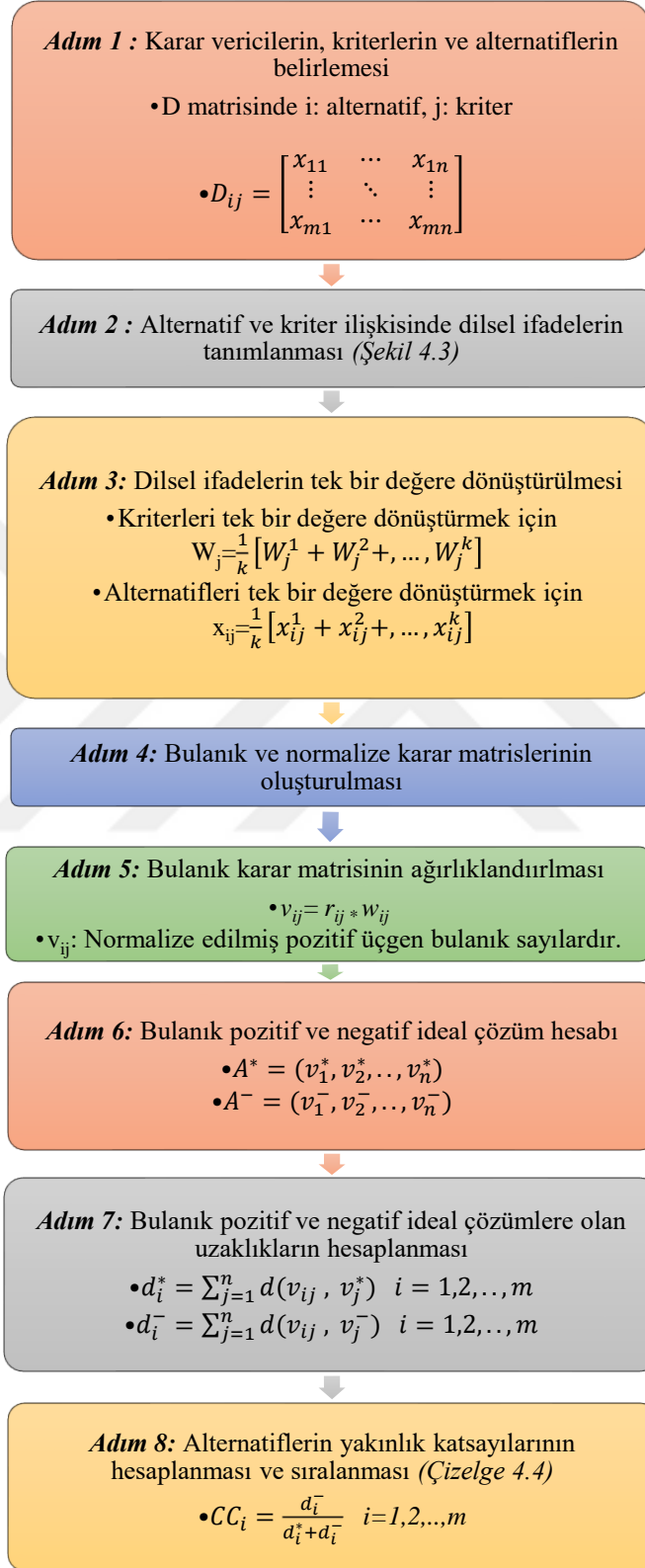
4.5. Bulanık TOPSIS Yöntemi

Genel olarak karmaşık problemlerde çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurulduğunda karar vericilerin değerlendirme aşamasında sözel ifadeler kullandığı ancak çok iyi tanımlanamayan kriterler sebebiyle net değerler kullanamadıkları gözlemlenmiştir. Karmaşık problemlerde insan düşüncesine ve insan ilişkilerine yakın, matematiksel modellemelere göre anlaşılması daha kolay olan bulanık mantık yöntemleri geliştirilmiştir. Bulanık mantık uygulamadaki karmaşık sistemlerin aksine detay ve zorluklara girilmesini önlemekte ve pek çok karar verme yöntemi ile birlikte kullanılarak bütünleşik karar yöntemleri ile hızlı ve kolay karar vermeye olanak tanımaktadır. Bulanık karar verme yöntemlerinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinde bulunan uygulama adımları ile benzerlik olmasının yanı sıra sözel ifadeler ile karar vericilerin problemleri daha kolay tanımlaması ve çözüme ulaştırmasına olanak sağlamaktadır (Boran vd., 2012).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi, alternatifler arasında seçim yapılırken pozitif ideal çözüme en yakın mesafesi olan ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatifin seçilmesi amacıyla Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir (Hwang ve Yoon, 1995). Karar vericilerin, alternatif ve kriterler arasında değerlendirme yaparken kesin değerler ile ifade etmekte zorlanmaları sebebiyle alternatif sıralamalarında sorunlar yaşandığı görülmüştür. Karar vericilerin ele aldıkları problemleri doğru modelleyebilmeleri ve doğru seçimleri yapabilmeleri için BTOPSIS yöntemi geliştirilmiştir (Salih vd., 2019).

BTOPSIS yönteminde karar vericiler alternatif ve kriterler arasındaki ilişkiyi Çizelge 4.3'te olduğu gibi sözel ifadeler ile yorumlayabilmektedir. Böylelikle kesin değerleri kullanmakta zorluk çektikleri ilişkilerde çok iyi, iyi, orta iyi, orta, kötü ve çok kötü şeklinde ifade edebilme kolaylığı sağlanmıştır. BTOPSIS yöntemi için belirlenen uygulama adımları Şekil 4.6'da gösterilmektedir. Şekil 4.6'da bulunan adımların uygulanması sonucunda alternatiflerin yakınlık katsayıları elde edilmektedir. Elde edilen yakınlık katsayılarına göre belirlenen alternatif değerlerinin kabul edilir ya da önerilemez olması gibi değerlendirmeler yapılabilmektedir. Bu değerlendirmelerin kabul şartları Çizelge 4.4'te gösterilmektedir. Sonuç olarak karar vericiler tarafından değerlendirilen alternatiflerden, yakınlık katsayısı en yüksek olan alternatif

matematiksel yöntemler yardımı ile belirlenerek en iyi alternatifin seçilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 4.6. BTOPSIS adımları

Çizelge 4.3. Alternatiflerin dilsel ifade ve üçgensel bulanık sayı karşılıkları

Üçgensel bulanık sayı	Dilsel ifade
(9;10;10)	Çok İyi (Çİ)
(7;9;10)	İyi (İ)
(5;7;9)	Orta İyi (Oİ)
(3;5;7)	Orta (O)
(1;3;5)	Orta Kötü (OK)
(0;1;3)	Kötü (K)
(0;0;1)	Çok Kötü (ÇK)

Çizelge 4.4. Yakınlık katsayılarına göre kabul koşulları

Yakınlık Katsayısı (CC)	Değerlendirme Sonucu
$CC \in [0, 0.2)$	Önerilmez.
$CC \in [0.2, 0.4)$	Önerilir ancak yüksek risk içerir.
$CC \in [0.4, 0.6)$	Önerilir, düşük risk içerir.
$CC \in [0.6, 0.8)$	Kabul edilir.
$CC \in [0.8, 1.0)$	Kabul edilir, tercih edilir.

Karmaşık ve kesin değerlendirme yapmakta zorluk çekilen birçok problemin alternatif seçiminde BTOPSIS yöntemi uygulanmaktadır. Literatürde yer alan BTOPSIS çalışmalarının enerji ve teknoloji (Boran vd., 2012; Cavallaro vd., 2019), lojistik (Kahraman vd., 2007) gibi temel alanların yanı sıra endüstri 4.0 (Demir ve Gelen, 2019) ve bulut bilişim (Wu vd., 2012; Sohaib ve Naderpour, 2017; Onar vd., 2018) alanlarında da uygulandığı görülmektedir.

4.6. Bulanık PROMETHEE Yöntemi

Gerçek hayat problemlerinde birden fazla parametrenin ve karar verme sürecinde belirsizliklerin olması karar vericilerin karar vermesini oldukça güç hale getirmektedir. Karar verme süreçlerinde karar vericilerin sözel ifadeler kullanması çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Bu yüzden karar vericilerin sözel ifadeler kullanarak problemlerindeki alternatif ve kriterleri tanımlayabilmeleri için bulanık yöntemler geliştirilmiştir. Bulanık

yöntemler, karmaşık problemde karar vericilerin sözel ifadeler yardımıyla alternatif ve kriterler arasındaki ilişkileri tanımlayarak üçgensel bulanık sayılara dönüştürerek net sayılar ile çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözülmesidir. Burada amaç karar vericilerin “az katılıyorum”, “oldukça katılıyorum”, “çok katılıyorum” ve “fikrim yok” gibi kullandıkları sözel ifadeleri bir üçgen bulanık sayıya (l,m,u) çevirerek çözülebilmesini sağlamaktır (Chen vd., 2011; Hajlaoui ve Halouani, 2013). Bir bulanık olay için l, m ve u parametreleri, sırasıyla mümkün en küçük değeri, en çok beklenen değeri ve mümkün en büyük değeri temsil etmektedir. Gerçek hayatta ve literatürde birçok çalışmada AHS ve TOPSIS gibi çok kriterli karar verme yöntemlerinin bulanık değerler ile çözümü bulunmaktadır.

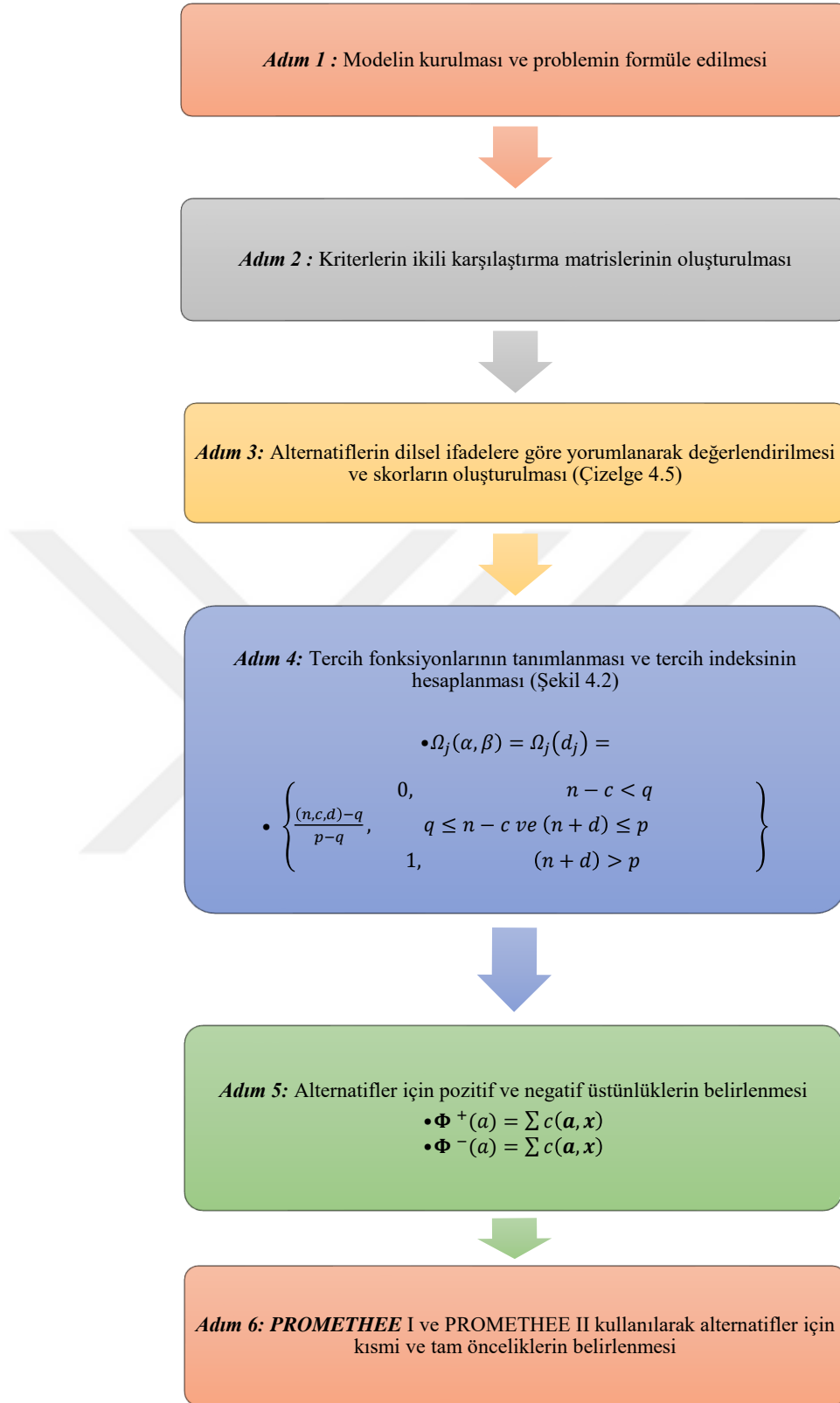
Sıralama amacıyla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden bir diğeri de PROMETHEE metodudur. Literatürde birçok PROMETHEE yöntemi uygulaması bulunmaktadır. Gerçek hayatta, karşılaştığımız birçok karar problemi belirsiz ve kesinlik içermeyen bilgiler içerdiğinden, bu tür bilgiler ile kurulan modeller, problemleri tam ve doğru bir şekilde ifade edememektedir (Afful-Dadzie vd., 2015). Bu nedenle karar sürecinde belirsiz ve kesin olmayan bilgilere dayalı modellerin kurulması gerekmektedir. Karar vericiler, sayısal olarak ifade edilemeyen karmaşık problemleri tanımlayabilmeleri ve karar verme sürecinde daha kolay ve anlaşılır değerlendirme yapabilmeleri için dilsel değişkenleri kullanmaktadırlar. BPROMETHEE yöntemi, PROMETHEE yöntemi kullanmak isteyen karar vericilerin dilsel ifadeler kullanacağı zaman başvurduğu yöntemdir (Chen vd., 2011; Hajlaoui ve Halouani, 2013; Eleveli, 2014). BPROMETHEE yönteminin algoritması prensipte PROMETHEE yönteminin sahip olduğu algoritma ile aynı mantıkta çalışmaktadır. Fakat orijinal yöntemin algoritmasına ait metodolojiye sadece bulanık sayılar mantığı eklenerek yeniden düzenlenmiştir. BPROMETHEE yönteminde alternatifler için kullanılan dilsel değişkenler Çizelge 4.5’te verilmektedir. Dilsel değişkenler yardımı ile yapılan değerlendirmeler ile BPROMETHEE yönteminde de bulanık sayılar kullanılmaktadır. BPROMETHEE yönteminde kullanılan aritmetik işlemler, bulanık sayılarda farklılık göstermektedir. Bu temel aritmetik işlemler Çizelge 4.6’da gösterilmektedir. BPROMETHEE uygulama adımları ise Şekil 4.7’de anlatılmaktadır (Perçin ve Ayan, 2015).

Çizelge 4.5. Alternatifler için kullanılan dilsel değişkenler ve bulanık sayılar

Dilsel değişkenin kısaltması	Dilsel değişken	Bulanık sayı
KK	Kesinlikle katılmıyorum	(0,0,0.15)
EK	Epeyce katılmıyorum	(0.15,0.15,0.15)
BK	Biraz katılmıyorum	(0.30, 0.15, 0.20)
FY	Fikrim yok	(0.50, 0.20, 0.15)
AK	Az katılıyorum	(0.65, 0.15, 0.15)
OK	Oldukça katılıyorum	(0.80, 0.15, 0.20)
ÇK	Çok katılıyorum	(1, 0.20, 0)

Çizelge 4.6. Üçgensel bulanık sayılar ile yapılan temel aritmetik işlemler

Toplama	$(m, a, b) \oplus (n, c, d) = (m+ n, a + c, b + d)$
Çarpma	$-(m, a, b) = (-m, b, a)$
Çıkarma	$(m, a, b) - (n, c, d) = (m- n, a + d, b + c)$
Sayı ile çarpma	$(m, a, b) \times (n, 0, 0) = (mn, an, bn)$
Bulanık sayı ile çarpma $m>0, n>0$	$(m, a, b) \otimes (n, c, d) = (mn, cm+ an, dm + bn)$
Bulanık sayı ile çarpma $m<0, n>0$	$(m, a, b) \otimes (n, c, d) = (mn, an - dm, bn - cm)$
Bulanık sayı ile çarpma $m<0, n<0$	$(m, a, b) \otimes (n, c, d) = (mn, -bn -dm, -an -cm)$



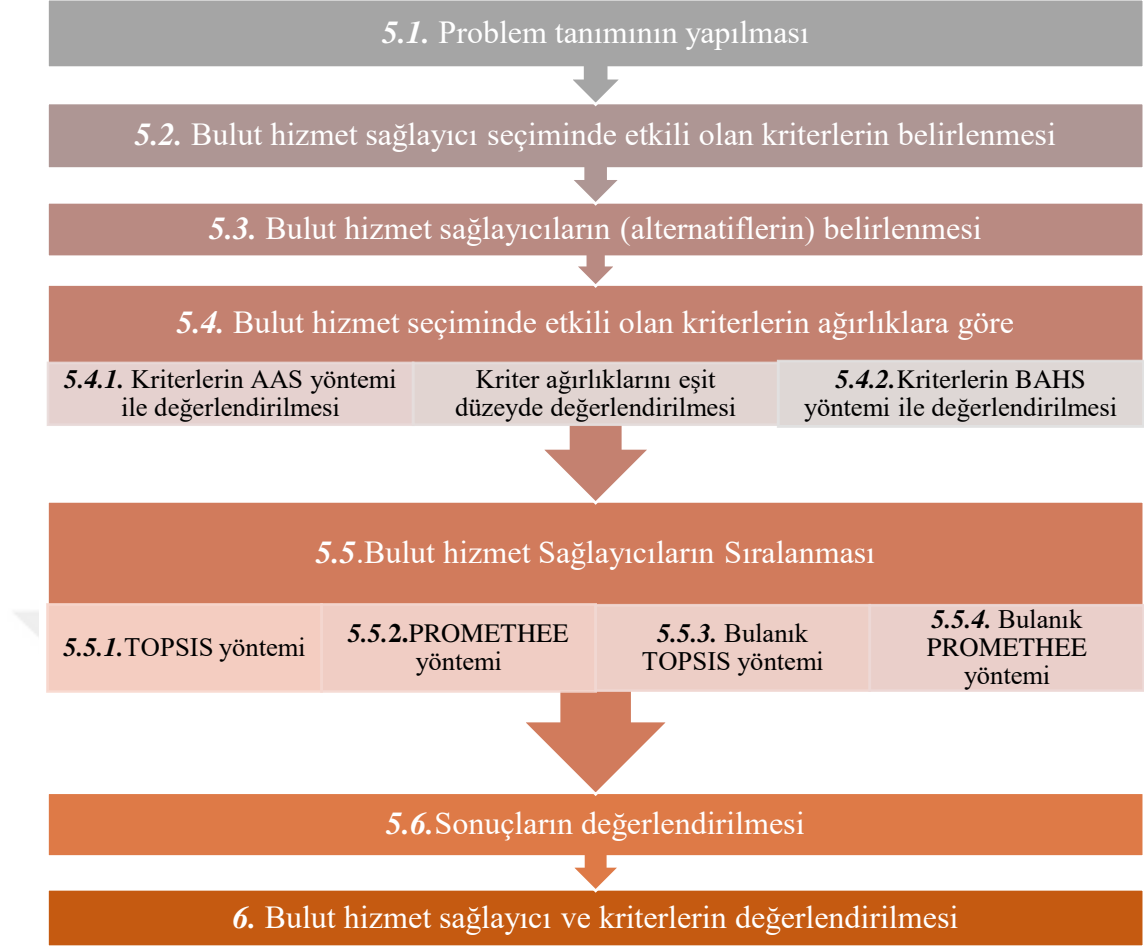
Şekil 4.7. BPROMETHEE adımları

5. BULUT HİZMET SAĞLAYICI SIRALAMA PROBLEMİ

Günümüzdeki teknolojik gelişmelerin etkisi şirketlerin dijital ortama taşınmasına yol açmıştır. İnternetin her alanda ulaşılabilir olması gerek şirketlerin gerekse bireysel kullanıcıların verileri depolayabileceği, güncelleyebileceği, yetki dâhilinde kolay ve hızlı erişim sağlayabileceği bir hizmet platformuna ihtiyaç duyulmasına sebep olmuştur. Her geçen gün bulut hizmet sağlayıcı sayısının artması ve sundukları seçeneklerin çok olması sebebiyle bulut hizmet sağlayıcı seçimini oldukça zorlaştırmaktadır. Şirketler bulut hizmet sağlayıcı kiralamak istediklerinde kendilerine uygun seçeneklerin önem sıralamasını yapmalıdırlar. Aksi takdirde beklenmeyen maliyetler, kaybolan zaman ve kullanma güçlüğü ortaya çıkacağı ön görülmektedir. Tez çalışmasının uygulama adımları Şekil 5.1’de verilmektedir. Uygulama bölümünde bulut hizmet alanında uzman 5 kişi tarafından değerlendirme yapılmıştır.

5.1. Problem Tanımı

Bu tez çalışmasında daha önce yapılan bulut hizmet sistem çalışmaları analiz edilerek ve bulut hizmetin günümüzdeki önemi dikkate alınarak orta ölçekli şirketler açısından bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler değerlendirilmiş ve bulut hizmet sağlayıcı sıralaması yapılmıştır. Günümüzdeki teknolojinin önemli konularından biri olan bulut hizmet sağlayıcılarının gerek şirketler gerekse bireysel kullanıcılar açısından talebinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ele alınan örnek çalışma, Türkiye Ankara bölgesinde 235 çalışanı olan orta ölçekli bir yazılım şirketinde uygulanmıştır. Uygulama akış şeması Şekil 5.1’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için uygulama adımları

5.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan faktörler uzmanlar tarafından incelenmiştir. Bulut hizmet sağlayıcısı kiralamak isteyen şirketler, bulut hizmet sağlayıcılarının sunduğu birçok seçenek ile karşılaşmaktadır. Karşılaştıkları seçenekleri doğru analiz edip değerlendiremedikleri sürece birçok maliyet kaleminin ortaya çıkması ön görülmektedir. Bulut hizmet sağlayıcısı kiralamak isteyen şirketler, bulut hizmet sağlayıcı seçiminden önce kendilerine uygun kriterleri tespit etmeli ve bu kriterlerin önem sıralamasını belirlemelidirler. Ele alınan bu çalışmada 2 Endüstri mühendisi, 2 Bilgisayar mühendisi ve 1 uygulama alanında çalışan ve uzun yıllar teknoloji departmanında görev yapmakta olan toplam 5 uzmanın görüşleri doğrultusunda, bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan 17 kriter belirlenmiştir. Kriterlerin birbirleri arasındaki iç ve dış bağılıkları tespit edilerek 17 kriter, 5 ana

kriter altında değerlendirilmiştir. Belirlenen ana kriter ve alt kriterler Şekil 5.2’de gösterilmektedir. Ana kriter açıklamaları Çizelge 5.1’de, alt kriter açıklamaları Çizelge 5.2’de gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Ana kriter ve kriterlerin gösterimi

Çizelge 5.1. Ana kriterlerin açıklaması

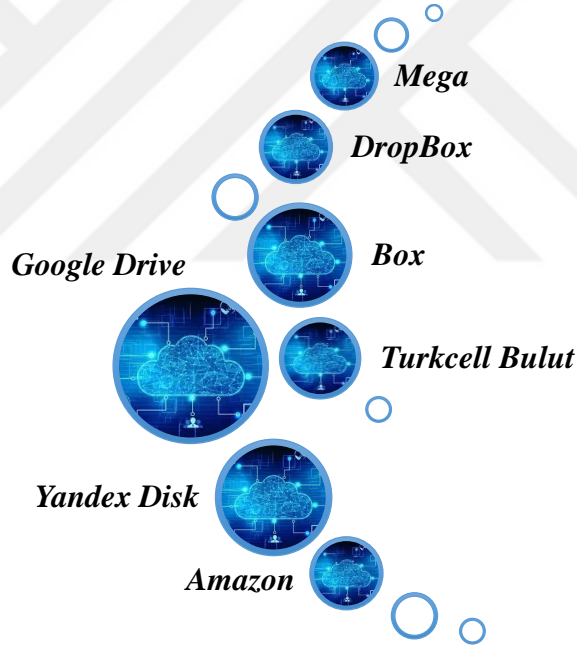
Ana kriterler	Ana kriterler açıklama
Hafıza Kullanımı (HK)	Hafıza Kullanımı Kullanılabilir hafıza alanının ne kadar iyi kullanıldığı
CPU Kullanımı (CK)	Kullanılabilir bilgisayar kaynaklarının ne kadar iyi kullanıldığı
Tepki Süresi (TS)	Bir sistemin ya da işlevin bir servis isteğine yanıt vermek için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

Çizelge 5.2. Alt kriterlerin açıklaması

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

5.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Bulut hizmet sağlayıcıları ile ilgili literatürde bulunan çalışmalar incelenmiştir. Günümüzde şirket veya bireysel kullanıcıların hizmet aldığı Google Drive, Disk, iCloud, OneDrive, Yandex Disk, IOmegaCloud, OwnCloud, SlaxDrive, Box, TNetDisk, Mega, Turkcell Bulut, Amazon, Dropbox, Mediafire, Mozy, OneDrive, Spideroak, Tresorit gibi birçok bulut hizmet sağlayıcısı tespit edilmiştir. Şirketlerin bulut hizmete olan talebi yeni bulut hizmet sağlayıcıların piyasaya çıkmasına yol açmaktadır. Uzmanlar ile belirlenen kriterlere sahip olan ve yaygın olarak kullanılan 7 bulut hizmet sağlayıcısı belirlenmiştir. Bulut hizmet alanında yetkili 5 uzmanın görüşleri doğrultusunda Amazon, DropBox, Yandex Disk, Google Drive, Mega, Turkcell Bulut ve Box belirlenen bulut hizmet sağlayıcılarıdır. Şekil 5.3'te belirlenen bulut hizmet sağlayıcıları gösterilmektedir.

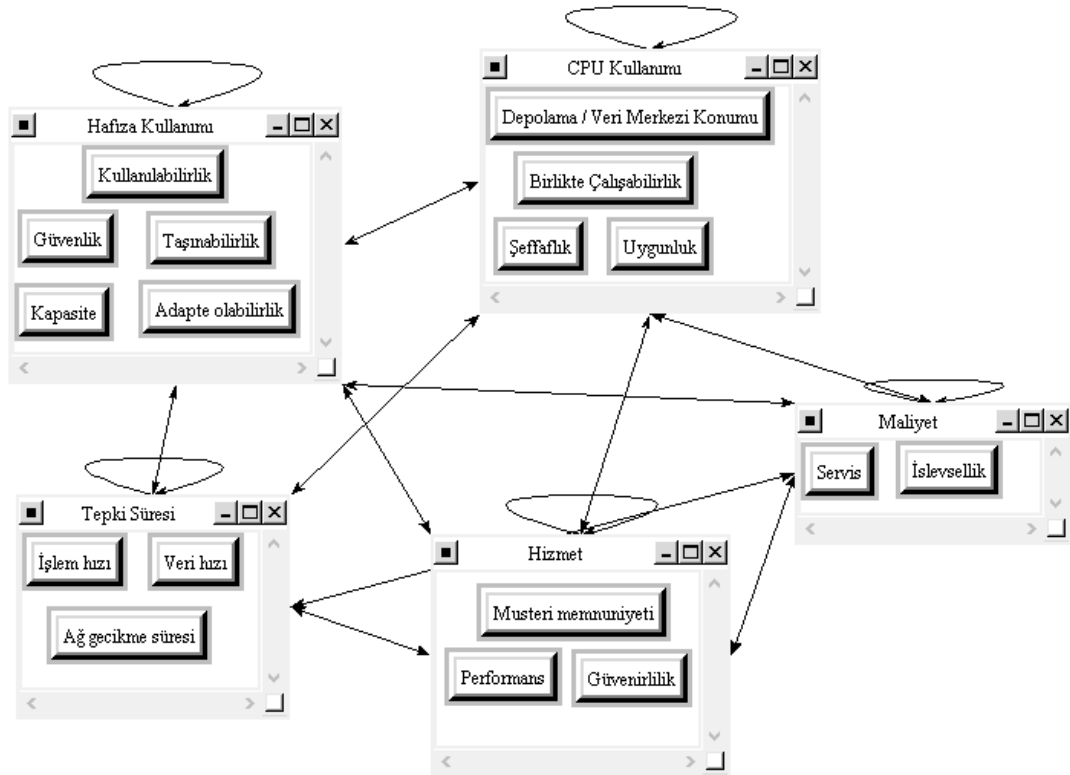


Şekil 5.3. Bulut hizmet sağlayıcıları

5.4. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

5.4.1. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin AAS yöntemi ile ağırlıklandırılması

Bilişim teknolojisinin gelişmesi ve internet kullanıcı sayısının artması verilerin dijital ortama aktarılması, saklanması ve verilere istenildiği süre içerisinde her cihaz aracılığı ile erişilebilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bulut hizmet sağlayıcısı seçmek isteyen bir orta ölçekli bir şirket öncelikle etkili olan kriterleri belirlemelidir. Çalışmada belirlenen kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılıkları da tespit edilmiştir. Kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılıkları dikkate alınarak, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemi uygulanmıştır. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminin AAS uygulaması kısmında SuperDecision paket programı kullanılmıştır. Birbirlerini etkileyen kriterler arasındaki iç ve dış etkileşimleri ve bağımlılıkları gösteren ağ yapısı Şekil 5.4'te oluşturulduğu gibidir.



Şekil 5.4. Kriterlerin ağ yapısı

Bulut hizmet sağlayıcısı seçiminde etkili olan kriterlerin birbirlerine olan iç bağımlılık ve dış bağımlılıklarının karşılaştırılması, AAS'nin ağ yapısı modelinde oluşturulmuştur. Oluşturulan ağ yapısı incelendiğinde, tepki süresi ana kriteri ile hizmet ana kriterinin arasındaki bağımlılık dış bağımlılık olarak gösterilirken, ağ gecikme süresi kriteri ile işlem hızı kriterinin arasındaki bağımlılık ise iç bağımlılık olarak gösterilmektedir. Ağ yapısı oluşturulan kriterler birbirleri arasındaki bağımlılıklar dikkate alınarak literatür çalışmaları ve uzman görüşleri doğrultusunda AAS yönteminde bulunan ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri SuperDecisions paket programı yardımı ile çözülmüştür. AAS yönteminin uygulanması sonucu kriterlerin ağırlıkları Şekil 5.5'te gösterilmektedir.

Super Decisions Main Window: cloud anp.sdmod: Priorities

Here are the priorities.

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

Şekil 5.5. AAS kriter ağırlıkları

AAS yöntemi sonucunda oluşturulan kriterlerin ağırlıkları uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Şekil 5.6'da gösterilen kriter ağırlıkları incelendiğinde, ilk sırada

%74,4 oranında servis kriterinin, ikinci sırada %49,5 oranında uygunluk kriterinin, üçüncü sırada ise %39,9 ile ağ gecikme süresi kriterinin yer aldığı görülmektedir. Kriterlerin birbirlerine olan bağımlılığı AAS sonucunu da etkilemiştir. 17 kriter arasında servis seçiminin ilk sırada olması bulut hizmet sağlayıcı seçiminde hangi modelin seçilmesi gerektiğinin önemini belirtmektedir. Servis kriteri, performans, kullanılabilirlik, ağ gecikme süresi, işlem hızı kriterlerini etkilemektedir. Performans kriteri de müşteri memnuniyeti, işlevsellik gibi kriterleri etkilemektedir. Her kriterin iç ve dış bağımlı olduğu en az bir kriter olduğu için kriterler arası bağımlılık oldukça yakın ve güçlüdür. 17 kriter arasındaki değerlendirme incelediğinde sonuçların tutarlı olduğu tespit edilmiş olup kriterler arası değerlendirme sonuçları uzmanlar tarafında kabul edilmiştir.

Bulut hizmet kiralamak isteyen kullanıcılar öncelikle bulut hizmet seçiminde etkili olan kriterlerini belirleyerek bir öncelik sıralaması elde etmelidirler. Kendilerine en uygun bulut servisi seçebilmeleri için doğru kriter tercihleri belirleyerek seçimlerini yapmalıdırlar. Aksi takdirde maliyet giderinin yanında müşteri memnuniyetsizliği ile de karşılaşacaklardır. Ele alınan çalışmada şirketlerin kendilerine en uygun bulut hizmet sağlayıcılarını seçebilmeleri için etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Belirlenen kriterlerin kendi aralarında hem iç hem de dış bağımlılıklarının olduğu uzmanlar tarafından tespit edilmiştir.

Belirlenen 5 ana kriter ve 17 alt kriter, birbirleri arasındaki iç ve dış bağımlılıklar dikkate alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Şekil 5.5 incelendiğinde tutarlılık oranının 1'den düşük çıktığı görülmüştür. İlk sırada %74,4 ile servis kriterinin, ikinci sırada %49,5 ile uygunluk kriterinin, üçüncü sırada ise %39,9 ile ağ gecikme süresi kriterinin yanı sıra en alt sırada ise %3,4 ile taşınabilirlik kriterinin yer aldığı görülmektedir. Uygulama sonucunda 5 ana kriter arasından sırası ile tepki süresi, hizmet ve maliyet ana kriterlerinin diğer kriterlere oranla daha ön planda olması gerektiği tespit edilmiştir. Belirlenen 17 kriterin birbirlerine bağımlılığından dolayı şirketin ağ gecikme süresi kriterinin dikkate alınması durumunda, ağ gecikme süresi kriteri ile bağımlı olan performans kriteri ve ağ gecikme süresi kriteri ile etkileşimde olan diğer kriterlerin yanında performans kriterine bağlı olan işletme hızı kriteri de etkilenecektir. Bu kriterlerin yanı sıra işlem hızı kriterine bağlı olan veri hızı kriteri ve veri hızı kriterine

bağlı olan birlikte çalışabilirlik kriteri de bu zinciri takip edecektir. Böylelikle ağ gecikme süresi kriteri dikkate alındığında, kriterlerin birbirlerine bağlılığından dolayı diğer kriterlerde bu süreçte etkili olacaktır.

5.4.2. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesinde BAHS bakışı

Günlük hayatımızın hemen her alanında teknolojinin bulunması, sahip olduğumuz verilerin dijitalleşmesine yol açmıştır. Verilerin dijital ortamda bir portal aracılığı ile başka bir cihaza aktarılması, saklanması, değiştirilebilmesi ve anlık olarak ulaşılabilmesi gibi durumlar için bulut hizmetten yararlanılmaktadır. Şirketler ya da bireysel kullanıcılar, daha düşük maliyet ve zaman harcayarak kendilerine en uygun bulut hizmeti seçerek tasarruf yapabileme imkânına sahiptir. Bulut hizmetin getirdiği avantajların yanında kendilerine uygun bulut hizmetten yararlanarak ileride karşılına çıkabilecek maliyet, zaman ve verilerin taşınması gibi sorunlardan kaçınmış olacaklardır. Ele alınan çalışmada belirlenen 5 ana ve 17 alt kriter çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan BAHS yöntemi kullanılarak uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Ana kriterlerin ve alt kriterlerin BAHS yöntemi sonucunda elde edilen ağırlıkları Çizelge 5.3'te gösterilmektedir.

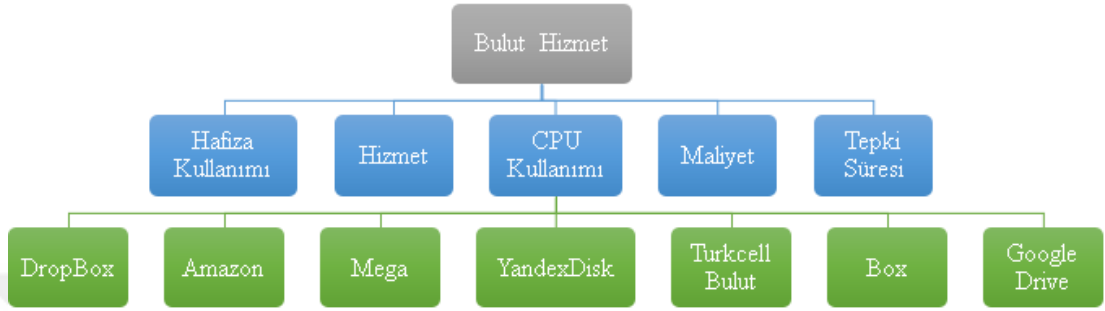
Çizelge 5.3. Kriterlerin BAHS ağırlıkları

Ana kriter	Ana kriter ağırlıkları	Alt kriter	Alt kriterlerin ağırlıkları	Sonuç
Hafıza Kullanımı	0,213	Kullanılabilirlik	0,45	0,095
		Güvenlik	0,24	0,052
		Kapasite	0,19	0,041
		Adapte Olabilirlik	0,07	0,015
		Taşınabilirlik	0,05	0,010
CPU Kullanımı	0,230	Veri Merkezi Konumu	0,21	0,049
		Uygunluk	0,17	0,038
		Birlikte Çalışabilirlik	0,46	0,105
		Şeffaflık	0,17	0,038
Tepki Süresi	0,167	İşlem Hızı	0,20	0,033
		Veri Hızı	0,29	0,048
		Ağ Gecikme Süresi	0,51	0,086
Hizmet	0,224	Müşteri Memnuniyeti	0,08	0,018
		Güvenirlilik	0,46	0,103
Maliyet	0,167	Performans	0,46	0,103
		İşlevsellik	0,36	0,060
		Servis	0,64	0,107

Bulut hizmet sağlayıcı seçimi probleminde etkili olan kriterler değerlendirilirken bazı kriterlere kesin değerler vermek uzmanlar tarafından oldukça güç olmuştur. Bu nedenle belirlenen kriterler BAHS yöntemi ile değerlendirilerek dilsel ifade kullanılmasına olanak sağlanmıştır. Çizelge 5.3 incelendiğinde CPU kullanımı, hizmet, hafıza kullanımı, tepki süresi ve maliyet şeklinde bir sıra izlendiği görülmektedir. Bu süreçte tepki süresi kriteri ve hizmet kriteri aynı önem derecelerine sahip olmuşlardır. Kriterlere genel çerçeveden bakıldığında ise %23 oranı ile birlikte çalışabilirlik kriteri ilk sırada yer almaktadır. Net değerlendirmeler kullanılmaması ve kriterlerin birbirleri arasındaki bağılıkları dikkate alındığında birlikte çalışabilirlik kriterinin yüksek oranda ve ilk sırada çıkması uzmanlar tarafından onaylanmıştır.

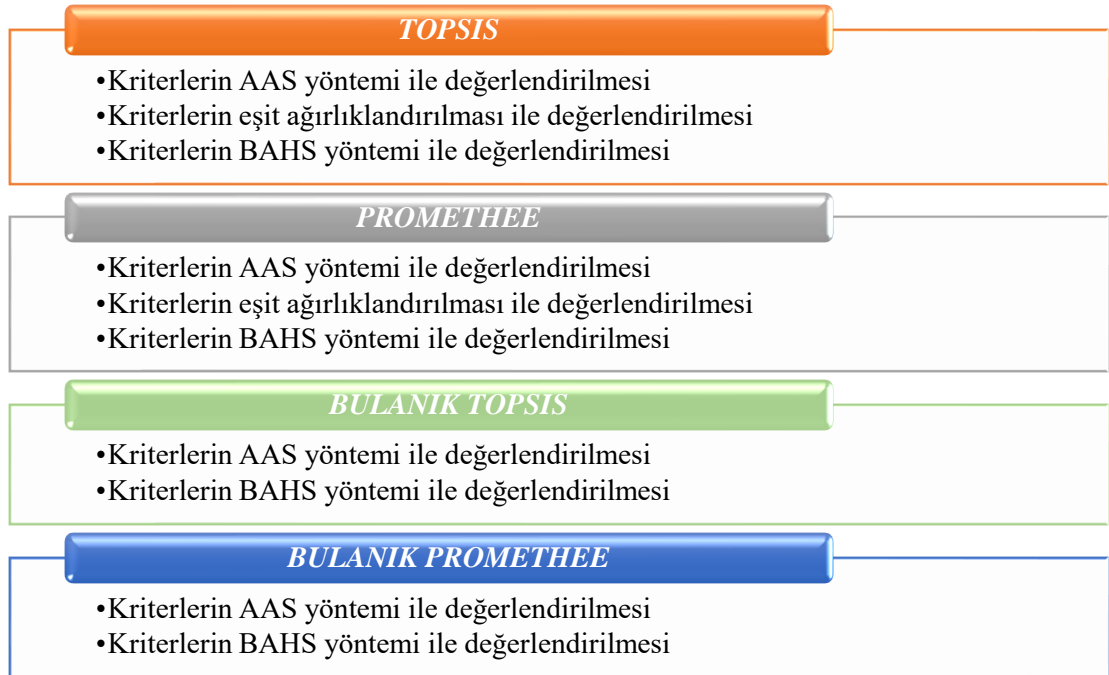
5.5. Bulut Hizmet Sağlayıcıların Sıralanması

Bulut hizmet sağlayıcı seçimi probleminde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak en uygun bulut hizmet sağlayıcı sıralaması yapılması hedeflenmiştir. Problemden ele alınan alternatif kriter ilişkisi Şekil 5.6'da, uygulama yöntem akışı ise Şekil 5.7'de gösterilmektedir.



Şekil 5.6. Alternatif- kriter ilişkisi

Bunun için bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler, AAS yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ve kriterlerin eşit dağılması olmak üzere her yöntem iki şekilde değerlendirilerek yorumlanmıştır.



Şekil 5.7. Uygulama yöntem akışı

5.5.1. Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında TOPSIS yöntemi

Bulut hizmet sağlayıcı seçimi probleminde öncelikle, bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmanın TOPSIS kısmında belirlenen kriterler; AAS yöntemi ile ağırlıklandırılması, kriterlerin eşit ağırlıklandırılması ve BAHS yöntemleri ile ağırlıklandırılması olmak üzere üç şekilde hesaplanmıştır. Üç farklı değerlendirme yöntemi sayesinde kriterlerin önem derecelerinin gerçek hayatta uygulanabilirliğinin yorumlanması sağlanmıştır.

Kriterlerin AAS yöntemi ile elde edilen ağırlıkların alınması;

Kriterlerin ağ yapısı bölüm 5.4'te bulunan Şekil 5.5'te gösterilmektedir. Şekil 5.5'te bulunan ağ yapısı dikkate alınarak uygulanan AAS yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıklandırılması Çizelge 5.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.4. AAS yönteminden gelen ana kriter ağırlıkları

Kriterler	Ağırlık
CK	0,305
HK	0,269
HT	0,122
MT	0,077
TS	0,227

Çizelge 5.4'te bulunan ana kriterlerin ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Belirlenen bulut hizmet sağlayıcıları ile 5 ana kriter arasındaki karşılaştırma matrisi, bulut hizmet alanında uzman 5 kişi tarafından oluşturulmuştur. Oluşturulan Alternatif- kriter matrisi Çizelge 5.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.5. Alternatif- kriter karşılaştırma matrisi

Alternatif/Kriter	CK	HK	HT	MT	TS
Amazon	5	4	3	5	5
Dropbox	8	8	7	4	6
Yandex Disk	5	5	5	6	5
Google Drive	7	9	7	10	7
Mega	8	7	8	7	7
Turkcell Bulut	9	8	6	8	6
Box	6	7	10	10	8

5 uzmanın alternatif-kriter karşılaştırması baz alınarak TOPSIS yönteminin adımları uygulanmıştır. TOPSIS yönteminde ilk adım olan karar matrisi normalize edilmiştir. Çizelge 5.3'te, AAS yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları, normalize matris değerleri ile çarpılmıştır. Elde edilen normalize karar matrisi Çizelge 5.6'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.6. Ağırlıklı normalize karar matris yapısı

Alternatif/Kriter	CK	HK	HT	MT	TS
Amazon	0,082	0,058	0,020	0,019	0,067
Dropbox	0,132	0,115	0,047	0,016	0,081
Yandex Disk	0,082	0,072	0,033	0,023	0,067
Google Drive	0,115	0,130	0,047	0,039	0,094
Mega	0,132	0,101	0,054	0,027	0,094
Turkcell Bulut	0,148	0,115	0,040	0,031	0,081
Box	0,099	0,101	0,067	0,039	0,108

TOPSIS yönteminin diğer adımlarında, Çizelge 5.6 kullanılarak pozitif ideal ve negatif ideal değerleri belirlenmektedir. Bu adımda Çizelge 5.6'da bulunan değerlerin her bir sütunda, pozitif ideal için maksimum ve negatif ideal için minimum değerleri tespit edilir. Çizelge 5.7'de elde edilen pozitif ve negatif değerler gösterilmektedir.

Çizelge 5.7. TOPSIS (AAS kriterleri) negatif ve pozitif ideal değerler

İdeal ve negatif ideal değerler					
Pozitif İdeal	0,148	0,130	0,067	0,039	0,108
Negatif İdeal	0,082	0,058	0,02	0,016	0,067

TOPSIS yönteminin adımlarına göre, ideal çözüme olan uzaklık hesaplanarak nihai sonuç elde edilmektedir. Bulut hizmet sağlayıcıların seçimi probleminde ana kriterlerin AAS yönteminde elde edilen ağırlıklar kullanılarak TOPSIS yönteminde 7 bulut hizmet sağlayıcı sıralaması elde edilmiştir. Elde edilen bu sıralama Çizelge 5.8'de yer almaktadır.

Çizelge 5.8 incelendiğinde Turkcell Bulut ve Google Drive ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bulut hizmet alanında uzman 5 kişi, elde edilen sıralamayı incelemiş ve değerlendirmiştir. Uzman görüşlerin doğrultusunda elde edilen sıralama kabul görmüştür.

Çizelge 5.8. TOPSIS alternatif sıralaması-1

Alternatif	Değerlendirme	Sıralama
Amazon	0,032	6
DropBox	0,637	4
YandexDisk	0,170	7
Google Drive	0,690	1
Mega	0,665	3
Turkcell Bulut	0,690	1
Box	0,586	5

Kriterlerin eşit ağırlıkta alınması:

Bulut hizmet sağlayıcı seçimi problemi için belirlenen bulut hizmet sağlayıcıları seçiminde etkili olan 5 ana kriter ağırlıkları eşit alınarak tekrar TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Böylelikle kriterlerin ağırlık önemine göre bulut hizmet sağlayıcı

sıralamasındaki değişimin görülmesi hedeflenmektedir. Belirlenen kriter ağırlıkları, her bir kriter 0,200 olacak şekilde eşit dağıtılmıştır.

Eşit ağırlıklı kriter değerleri dikkate alınarak, TOPSIS yönteminin adımları tekrar uygulanmıştır. TOPSIS adımları sonucu, bulut hizmet sağlayıcılar farklı sıralamaya sahip olmuşlardır. Elde edilen sıralama izelge 5.9' da gösterilmektedir.

Çizelge 5.9. TOPSIS alternatif sıralaması-2

Alternatif	Değerlendirme	Sıralama
Amazon	0,078	7
DropBox	0,485	5
YandexDisk	0,244	6
Google Drive	0,704	2
Mega	0,638	3
Turkcell Bulut	0,596	4
Box	0,739	1

Çizelge 5.9 incelendiğinde, TOPSIS alternatif sıralaması-1'e göre farklı bir sıralama ortaya çıktığı görülmektedir. Çizelge 5.8'de Turkcell Bulut ve Google ilk sırada yer alırken, ana kriterlerin ağırlıkları eşit alındığında ilk sırada Box bulut hizmet sağlayıcısının yer aldığı görülmektedir. Burada bulut hizmet sağlayıcı seçimi için tercih edilen yöntem kadar, bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etki eden kriterlerin önem derecelerinin de çok büyük rol oynadığı görülmektedir.

Kriterlerin BAHS yöntemi ile elde edilen ağırlıkların alınması;

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılıklar dikkate alınarak AAS yöntemi kullanılmış ve uzmanların belirlediği 5 bulut hizmet sağlayıcısı TOPSIS ve PROMETHEE yöntemi ile sıralanmıştır. AAS yönteminin uygulama aşamasında uzmanların kriterlerin birbirleri arasındaki ilişkileri ifade etmekte zorlandığı ve kriterler arasında net değerler vermekte kararsızlıklar yaşadığı görülmüştür. Bunun zerine kriterlerin önceliklendirilmesi için BAHS yöntemi uygulanarak dilsel ifade ile uzmanların daha kolay bir şekilde ifade edebilmeleri sağlanmıştır. Çalışmada belirlenen bulut hizmetler, uzmanlar tarafından

BAHS yönteminde elde edilen ana kriter ağırlıkları ile TOPSIS yöntemi tekrar kullanılarak ele alınmıştır. TOPSIS yönteminde elde edilen bulut hizmet sağlayıcı sıralaması Çizelge 5.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.10. TOPSIS alternatif sıralaması-3

Alternatif	Değerlendirme	Sıralama
Amazon	0,002	7
DropBox	0,674	3
Yandex Disk	0,169	6
Google Drive	0,626	4
Mega	0,697	1
Turkcell Bulut	0,691	2
Box	0,560	5

TOPSIS yönteminde elde edilen alternatiflerin sıralaması incelendiğinde, kriterlerin BAHS yönteminde elde edilen önem dereceleri ile değerlendirildiğinde Mega alternatifinin ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Genel alternatif sıralamasına bakıldığında, AAS-TOPSIS ve TOPSIS sıralamasına göre çok farklı bir sıralama olduğu görülmektedir. Burada TOPSIS yöntemin adımlarında kriterlerin önem ağırlıkları ve kriter-alternatif ilişki matris değerlendirilmelerinin önemli olduğu görülmektedir. Ele alınan çalışmada kriter-alternatif ilişki matrisleri sabit tutularak, kriterlerin değerlendirme yöntemlerindeki değişikliğin alternatif sıralamasında oluşturduğu farklılık dikkat çekmektedir. Ele alınan problemin kriterlerinin doğru tespitinin yanında değerlendirmeleri ve uygulamalarında dikkatli yapılması gerektiği görülmektedir. Böylelikle şirketler veya bireysel kullanıcılar ileri de çıkacak fazla maliyet, zaman veya başka bir bulut hizmet sağlayıcısına taşınma yükünden kurtulacak veya minimum derecede etkilenecektir.

AAS yönteminde elde edilen alt kriterler ağırlıklarının alınması;

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan alt kriterlerin AAS yönteminde değerlendirilmesi ile elde edilen ağırlıklar kullanılarak 5 bulut hizmet sağlayıcısı TOPSIS yöntemi uygulanarak sıralandırılmıştır. Böylelikle bulut hizmet sağlayıcı

sıralamasında kriterlerin ağırlıklandırılmasındaki öneme dikkat çekilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada belirlenen 5 bulut hizmet sağlayıcısı, 17 alt kriter ile karşılaştırılarak karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi Çizelge 5.11’de gösterilmektedir. Bulut hizmet sağlayıcılarının alt kriterler ile sıralanması ise Çizelge 5.12’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.11. Karar matrisi

Alternatif / Kriter	Kullanılabilirlik	Güvenlik	Kapasite	Adapte Olabilirlik	Taşımaabilirlik	Veri Merkezi Konumu	Uygunluk	Birlikte Çalışabilirlik	Şeffaflık	İşlem Hızı	Veri Hızı	Ağ Gecikme Süresi	Müşteri Memnuniyeti	Güvenilirlik	Performans	İşlevsellik	Servis
Google Drive	9	10	9	7	6	5	6	7	10	9	8	9	6	7	8	6	9
Turkcell Bulut	8	9	6	5	5	4	8	9	7	8	8	9	5	9	8	8	9
Amazon Box	6	7	8	6	6	8	7	5	5	10	6	5	9	10	8	7	5
Dropbox	8	7	6	10	9	9	7	10	5	6	6	9	8	7	7	8	10
Yandex Disk	5	6	6	8	10	7	9	8	9	6	7	8	8	6	8	6	7
Mega	9	8	6	6	7	8	8	9	7	5	6	6	9	8	8	5	9
	9	8	8	7	6	8	7	10	6	7	9	8	10	7	5	6	9

Çizelge 5.12. TOPSIS alternatif sıralaması-4

Alternatif	Değerlendirme	Sıralama
Amazon	0,386	7
DropBox	0,466	6
Yandex Disk	0,588	5
Google Drive	0,633	3
Mega	0,623	4
Turkcell Bulut	0,652	2
Box	0,672	1

Alt kriterlerin AAS yöntemi kullanılarak elde edilen önem dereceleri ile alternatifler değerlendirildiğinde Box bulut hizmet sağlayıcısının ilk sırada yer aldığı

görülmektedir. Çizelge 5.12 incelendiğinde, ana kriterler kullanılarak TOPSIS yönteminin uygulanması sonucunda elde edilen sıralamalara göre farklı bir sıralama elde edildiği görülmektedir.

BAHS yönteminde elde edilen alt kriterler ağırlıklarının alınması;

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirme aşamasında uzmanların dilsel ifadelerine başvurularak kriterler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Belirlenen ana kriterleri etkileyen alt kriterler dikkate alınarak TOPSIS yöntemi ile alternatifler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmadaki amaç bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan alt kriterlerin BAHS yönteminde elde edilen ağırlıklarla dikkate alındığında elde edilen sıralamadaki farklılıkların tespit edilmesidir. Alt kriterlerin alternatifler ile karşılaştırıldığı karar matrisi Çizelge 5.11’de bulunmaktadır. Karar matrisi kullanılarak TOPSIS yönteminde bulunan ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulması, pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerinin oluşturulması ve ideal çözüme göre yakınlıklarının hesaplanması adımları uygulanarak alternatifler Çizelge 5.5.13’te gösterildiği gibi sıralanmıştır.

Çizelge 5.13. TOPSIS alternatif sıralaması-5

Alternatif	Değerlendirme	Sıralama
Amazon	0,415	7
DropBox	0,449	6
Yandex Disk	0,585	5
Google Drive	0,612	3
Mega	0,608	4
Turkcell Bulut	0,680	1
Box	0,650	2

Çizelge 5.13 incelendiğinde, 5 bulut hizmet sağlayıcısı arasından Turkcell bulut hizmetinin ilk sırada yer aldığı ve takip eden sıralarda Box ve Google Drive bulut hizmet sağlayıcılarının yer aldığı görülmektedir. TOPSIS yöntemi kullanılarak elde edilen alternatif sıralamaları incelendiğinde, sıralamaların farklılık gösterdiği görülmektedir. Bunun sebebi, her uygulamada kriter ağırlıklarının farklı olmasının yanı sıra ana kriterler ile değerlendirildiğinde elde edilen sıralamalar ile alt kriterler dikkate alınarak elde edilen sıralamaların farklı çıkmasıdır. Ana kriter dikkate alınarak

TOPSIS yöntemi uygulandığında CPU kullanımı kriteri sıralamayı büyük ölçüde etkilerken, alt kriterler ile değerlendirme aşamasında BAHS yöntemi dikkate alındığında servis kriterinin, AAS yöntemi dikkate alındığında ise birlikte çalışabilirlik kriterinin sıralamayı büyük ölçüde etkilediği görülmektedir.

5.5.2. Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında PROMETHEE yöntemi

Bulut hizmet sağlayıcı seçimi probleminin TOPSIS bölümünde olduğu gibi, alternatif seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıklarının AAS yöntemi sonucundan gelmesi ve eşit ağırlıklı alınması şeklinde iki çalışma yapılacaktır. PROMETHEE yönteminin kullanılması ile karar vericilerin her bir kriterle has değerlendirme yapabilmesi kolaylığı ve probleme en uygun tercih fonksiyonunu belirleyerek gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmesi sağlanmaktadır. PROMETHEE yöntemine özgü avantajları kullanarak, TOPSIS yöntemi sonucunda elde edilen sıralamanın karşılaştırılması hedeflenmiştir. Böylelikle avantajlara göre hangi yöntemin kullanılması gerektiği yorumlanarak şirkete sunulmuştur.

Kriterlerin AAS yöntemi ile elde edilen ağırlıklarının alınması;

Şekil 5.5'te gösterilen bulut hizmet sağlayıcıların seçiminde etkili olan kriterlerin AAS yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak PROMETHEE yöntemi uygulanmıştır. 5 uzman tarafından belirlenen bulut hizmet sağlayıcıları ve kriterleri kendi aralarında değerlendirilerek Çizelge 5.5'te gösterilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı seçimi probleminde PROMETHEE yönteminin kullanılması için Visual PROMETHEE uygulaması tercih edilmiştir. Visual PROMETHEE uygulamasında; tercih fonksiyonu lineer, skala ise nümerik değerler olarak belirlenmiştir.

PROMETHEE yönteminin sonucunda Çizelge 5.14'e göre Box hizmet sağlayıcısının ilk sırada çıktığı görülmektedir. Bulut hizmet sağlayıcı sıralamasında en son sırada ise Amazon bulut hizmet sağlayıcısının geldiği görülmektedir.

Çizelge 5.14. PROMETHEE alternatif sıralaması-1

Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Box	■	0,0376	0,0376	0,0000
2	Google Drive	■	0,0250	0,0250	0,0000
3	Mega	■	0,0079	0,0079	0,0000
4	Turkcell Bulut	■	-0,0040	0,0000	0,0040
5	YandexDisk	■	-0,0079	0,0000	0,0079
6	DropBox	■	-0,0092	0,0040	0,0132
7	Amazon	■	-0,0494	0,0000	0,0494

Kriterlerin eşit ağırlıklandırılması:

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıkları eşit alınarak Visual PROMETHEE programında tekrar çözülmüştür. Visual PROMETHEE uygulamasında skala değeri nümerik, tercih fonksiyonu ise lineer olarak alınmıştır. Bir önceki uygulama ile tek farkı kriter ağırlıklarının önceliklerine göre değil eşit öneme sahip şekilde değerlendirilmeye alınmasıdır. Bulut hizmet alanında uzman 5 kişinin değerlendirmeleri sonucunda Çizelge 5.15 kabul edilmiştir.

Çizelge 5.15. PROMETHEE alternatif sıralaması-2

Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Box	■	0,0717	0,0717	0,0000
2	Google Drive	■	0,0400	0,0400	0,0000
3	Mega	■	0,0133	0,0133	0,0000
4	Turkcell Bulut	■	-0,0067	0,0000	0,0067
5	YandexDisk	■	-0,0133	0,0000	0,0133
6	DropBox	■	-0,0267	0,0067	0,0333
7	Amazon	■	-0,0783	0,0000	0,0783

Elde edilen PROMETHEE sonucunda Box bulut hizmetinin ilk sırada olduğu görülmektedir. Ele alınan iki sıralama değişiklik göstermese de sıralama değerlerinde farklılıklar bulunmaktadır. Uzmanların değerlendirmeleri, kriterlerin önem ağırlıkları ve tercih fonksiyonu seçimi gibi etkenler sıralamanın farklılık göstermesine yol açmaktadır. Bu nedenle orta ölçekli şirketler, belirledikleri kriterleri hangi yöntemler ile değerlendirerek bulut hizmet sağlayıcı seçimi yapacaklarını belirlemelidir.

Kriterlerin BAHS yöntemi ile elde edilen ağırlıklarının alınması:

Bulut hizmet sağlayıcı seçimi probleminde ele alınan kriterlerin bir kısmında uzmanlar tarafından kesin değerler verilememesi ve belirsizliklerin oluşması, çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHS yöntemine başvurulmasına yol açmıştır. BAHS yöntemi ile bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlerin önem dereceleri belirlenmiştir. Belirlenen kriter önem dereceleri ile bulut hizmet sağlayıcı sıralaması yapabilmek için PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. Bulut hizmet sağlayıcı sıralaması Çizelge 5.16'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.16. PROMETHEE alternatif sıralaması-3

Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Box	■	0,0726	0,0726	0,0000
2	Google Drive	■	0,0373	0,0373	0,0000
3	Mega	■	0,0147	0,0147	0,0000
4	Turkcell Bulut	■	-0,0073	0,0000	0,0073
5	YandexDisk	■	-0,0147	0,0000	0,0147
6	DropBox	■	-0,0210	0,0073	0,0283
7	Amazon	■	-0,0816	0,0000	0,0816

Çizelge 5.16 incelendiğinde alternatifler Box, Google Drive, Mega, Dropbox, Turkcell Bulut, Yandex Disk, Amazon şeklinde sıralanmaktadır. PROMETHEE yönteminde skala değerleri nümerik, tercih fonksiyonu lineer olarak ve uzmanların istediği maksimum ve minimum değerler dikkate alınarak Visual PRMETHEE paket programı kullanılmıştır. AAS-PROMETHEE, PROMETHEE ve BAHS-PROMETHEE yöntemleri ile elde edilen alternatif sıralama değerlerinde farklılıklar olsa da sıralamaları aynı çıkmıştır. Bunun sebebi kriterlerin önem dereceleri farklı olsa dahi uzmanların görüşleri doğrultusunda alternatif-kriter ilişki değerleri, tercih fonksiyonu, ele alınan skala değeri, maksimum ve minimum değerlerin tüm uygulamada aynı olmasıdır. Bu nedenle alternatiflerin aldıkları P_{hi} değerlerindeki farklılıklar, sadece kriterlerin önem derecelerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır.

AAS yönteminde elde edilen alt kriterler ağırlıklarının alınması:

Bulut hizmet seçiminde etkili olan kriterlerin AAS yöntemi sonucunda elde edilen alt kriter ağırlıkları kullanılarak PROMETHEE yöntemi ile bulut hizmet sağlayıcıları

sıralanmıştır. PROMETHEE yönteminde kullanılan alternatif-kriter karşılaştırma matrisi Çizelge 5.11’de yer almaktadır.

Çizelge 5.17. PROMETHEE alternatif sıralaması-4

Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Box	■	0,1857	0,2265	0,0408
2	Mega	■	0,0739	0,1221	0,0482
3	Google Drive	■	0,0475	0,1269	0,0794
4	Turkcell Bulut	■	0,0438	0,1234	0,0795
5	Yandex Disk	■	-0,0558	0,0769	0,1326
6	Dropbox	■	-0,1205	0,0712	0,1917
7	Amazon	■	-0,1747	0,0727	0,2474

Çizelge 5.17’de bulunan alternatif sıralamaları, ana kriterler dikkate alınarak elde edilen sıralamalara göre farklılık göstermektedir. Burada 17 alt kriter dikkate alındığında servis, ağ gecikme süresi, birlikte çalışabilirlik, uygunluk ve güvenilirlik gibi kriterlerin etkisi altında sıralamalar oluşturulmuştur. Bu yüzden bulut hizmet sağlayıcıların sıralamalarındaki farklılıklar dikkat çekmektedir.

BAHS yönteminde elde edilen alt kriterler ağırlıklarının alınması;

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler sözel ifadeler ile değerlendirilmiş olup bulanık AHS yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Ana kriterler dikkate alınarak PROMETHEE yöntemi ile alternatifler Çizelge 14 ve Çizelge 16’da sıralandırılmıştır. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde alt kriterlerin ağırlıkları dikkate alınarak PROMETHEE yönteminde kullanıldığında elde edilen bulut hizmet sağlayıcı sıralaması Çizelge 5.18’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.18. PROMETHEE alternatif sıralaması-5

Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Box	■	0,1498	0,1869	0,0372
2	Turkcell Bulut	■	0,0765	0,1293	0,0527
3	Mega	■	0,0415	0,0923	0,0508
4	Google Drive	■	0,0300	0,1033	0,0733
5	Yandex Disk	■	-0,0631	0,0598	0,1229
6	Dropbox	■	-0,1037	0,0557	0,1594
7	Amazon	■	-0,1310	0,0673	0,1983

PROMETHEE yöntemi sonucunda alternatif sıralaması incelendiğinde, Box bulut hizmet sağlayıcısının ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Alt kriterler dikkate alınarak BAHS yönteminde elde edilen ağırlıklar ile PROMETHEE yöntemi kullanıldığında P_{hi} değerlerinin ve sıralamanın farklı olduğu görülmektedir. Burada, kullanılan alt kriter ağırlıklarının yanı sıra PROMETHEE yönteminde kullanılan uzman değerlendirmeleri de etki etmektedir.

5.5.3. Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında bulanık TOPSIS yöntemi

Uzmanlar tarafından bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler AAS ve BAHS yöntemleri ağırlıklandırılması yapıldıktan sonra belirlenen Dropbox, Mega, Yandex Disk, Google Drive ve Amazon bulut hizmet sağlayıcılarının sıralaması yapılacaktır. Ele alınan problemin karmaşık karar problemlerinin çözümünde kesin değerlerinin kullanılamamasından dolayı alternatiflerin sıralanması için BTOPSIS yöntemine başvurulmuştur. Uzmanların TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinde kullanılan alternatif-kriter ilişkisi matrisi öncelikle BTOPSIS yönteminde tanımlanan dilsel ifadeye çevrilmiştir. Dilsel ifade ile tanımlanan alternatif-kriter ilişki matrisi Çizelge 4.3'te ifade edildiği üzere alternatiflerin dilsel ifadelerine karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. Dönüştürülen bulanık karar matrisi Çizelge 5.19'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.19. BTOPSIS karar matrisi

Alternatif/Kriter	CK		HK		HT		MT		TS						
Amazon	9	10	10	3	5	7	1	3	5	5	7	9	5	7	9
Dropbox	7	9	10	7	9	10	7	9	10	3	5	7	5	7	9
Yandex Disk	5	7	9	5	7	9	5	7	9	3	5	7	5	7	9
Google Drive	7	9	10	9	10	10	7	9	10	9	10	10	7	9	10
Mega	7	9	10	7	9	10	7	9	10	7	9	10	7	9	10
Turkcell Bulut	9	10	10	7	9	10	5	7	9	7	9	10	5	7	9
Box	5	7	9	7	9	10	9	10	10	9	10	10	7	9	10

Kriterlerin AAS yöntemi ile elde edilen ağırlıkların alınması;

Kriterlerin birbirleri ile bağımlılıkları dikkate alındığında AAS yöntemi kullanılarak önceliklendirilmiş ana kriterlerin ağırlıklandırılması Çizelge 5.4'te gösterilmiştir. 7 bulut hizmet sağlayıcısı için 5 ana kritere, BTOPSIS yönteminin dilsel ifadelerin üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmesi, matrisin normalize edilmesi, pozitif ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklığının hesaplanması adımları uygulanarak alternatiflerin yakınlık katsayıları elde edilmiştir. Alternatiflerin sıralaması Çizelge 5.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.20. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-1

Alternatif	di^*	di	CC_i	Sıralama
Amazon	0,275	0,105	0,277	6
Dropbox	0,166	0,222	0,571	4
Yandex Disk	0,281	0,103	0,267	7
Google Drive	0,055	0,329	0,856	1
Mega	0,139	0,289	0,675	2
Turkcell Bulut	0,262	0,267	0,504	5
Box	0,125	0,259	0,675	3

Çizelge 5.20'de elde edilen bulut hizmet sağlayıcısı sıralaması incelendiğinde yaklaşık katsayısının yaklaşık %86 oranı ile Google Drive bulut hizmetinin ilk sırada, yaklaşık %68 oranı ile de Mega bulut hizmetinin ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. Mega ve Box bulut hizmet sağlayıcılarının yakınsak kat sayılarının çok yakın değerlere sahip olduğu dikkat çekmektedir. Karar matrisinde yapılan değerlendirmelerde bahsedilen iki bulut hizmet sağlayıcısının da alternatif-kriter ilişkisindeki değerlendirmelerinin

birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir. Ele alınan kriter ağırlıklarının birbirlerine yakınlığı ve bağımlılığından dolayı sıralamanın bu şekilde çıkması uzmanlar tarafından kabul edilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı sıralamasında uygulanan TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerine göre farklı bir sıralamanın elde edildiği görülmektedir. TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin değerlendirme kat sayılarında değişiklikler olsa da sıralamaların birbirlerine yakın çıktığı görülmüştür. BTOPSIS yönteminde alternatif-kriter ilişkisinin yorumlanmasının farklı olması ve dilsel ifadelerin kullanılması sebebi ile alternatifler sıralamasında farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.4 dikkate alındığında alternatif sıralamasının kabul edilebilir olduğu görülmektedir. Bu durumda BTOPSIS yöntemi uygulandığında CC_i yakınlık katsayısı 1'e yaklaştıkça ilgili alternatif için pozitif ideal çözüme yaklaşıldığı ve negatif ideal çözümden ise uzaklaşıldığı görülmektedir. Bu durumda alternatifin yakınlık katsayısı 1'e ne kadar yakınsa o alternatifin tercih edilebilmesi olasılığı o kadar yüksektir.

Kriterlerin BAHS yöntemi ile elde edilen ağırlıklarının alınması;

BAHS yöntemi uygulanarak kriterlerin ağırlıklandırılması sağlanmıştır. Uzmanların alternatif-kriter ilişkisini ifade ederken zorlandığı ve kesin değerler veremediği görülmüştür. Uzmanların sözel ifadeler ile alternatif-kriter ilişkilerini karşılaştırabilmelerinin daha kolay olduğu görülmesi üzerine oluşturulan karşılaştırma matrisinin bulanık sayılara dönüştürülmesi, normalize edilmesi, pozitif ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklığının hesaplanması ve alternatiflerin yakınlık katsayılarının bulunması ile BTOPSIS yöntemi adımları uygulanmıştır. Çizelge 5.21'de gösterilen yakınlık katsayıları Çizelge 4.4'e göre yorumlandığında ele alınan tüm alternatiflerin kabul edilebilir olduğu net bir şekilde ifade edilmektedir.

Çizelge 5.21. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-2

Alternatif	di^*	di^-	CC_i	Sıralama
Amazon	0,368	0,107	0,225	7
Dropbox	0,193	0,292	0,602	5
Yandex Disk	0,328	0,152	0,316	6
Google Drive	0,054	0,424	0,887	1
Mega	0,129	0,358	0,735	3
Turkcell Bulut	0,171	0,357	0,676	4
Box	0,122	0,357	0,745	2

Çizelge 5.21’de bulunan alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre elde edilen alternatif sıralaması incelendiğinde, yakınlık katsayısına göre yaklaşık %87 oranı ile Google Drive bulut hizmet sağlayıcısının ilk sırada olduğu görülürken %74 oranı ile Box hizmet sağlayıcısının ikinci sırada olduğu görülmektedir. Kriterlerin değerlendirmelerinde AAS ve BAHS yöntemi sonucunda elde edilen kriterler olsa da BTOPSIS yönteminin kesin değerler ile ifade edilemiyor olması ve TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerine göre farklı bir alternatif-kriter değerlendirmesi kullanması elde edilen sıralamayı değiştirmiştir. Bu durumda uygulanacak yöntemin yanı sıra alternatif-kriter ilişkilerini ifade etme yöntemlerinin de sıralamayı etkilediği görülmektedir.

AAS yönteminde elde edilen alt kriterler ağırlıklarının alınması;

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler uzmanların değerlendirmeleri ile AAS ve BAHS yöntemleri kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Alt kriterler ile alternatifler uzmanlar tarafından dilsel ifadeler ile karşılaştırılmış ve Çizelge 5.22’de gösterilmiştir. AAS yönteminde elde edilen alt kriterler ağırlıkları ile BTOPSIS yöntemi kullanılarak alternatif sıralaması elde edilmiştir.

Çizelge 5.22. BTOPSIS dilsel ifadeler

Alternatif/Kriter	Kullanılabilirlik	Güvenlik	Kapasite	Adapte Olabilirlik	Taahhüt	Veri Merkezi Konumu	Uygunluk	Birlikte Çalışabilirlik	Şeffaflık	İşlem Hızı	Veri Hızı	Ağ Gecikme Süresi	Müşteri Memnuniyeti	Güvenilirlik	Performans	İşlevsellik	Servis
Google Drive	Çİ	Çİ	Çİ	İ	Oİ	O	Oİ	İ	Çİ	Çİ	İ	Çİ	Oİ	İ	İ	Oİ	Çİ
Turkcell Bulut	İ	Çİ	Oİ	O	O	O	İ	Çİ	İ	İ	İ	Çİ	Oİ	Çİ	İ	İ	Çİ
Amazon	Oİ	İ	İ	O	Oİ	İ	İ	O	O	Çİ	Oİ	O	Çİ	Çİ	İ	İ	O
Box	İ	İ	Oİ	Çİ	Çİ	İ	İ	Çİ	O	Oİ	Oİ	Çİ	İ	İ	Oİ	İ	Çİ
Dropbox	Oİ	Oİ	Oİ	İ	Çİ	Çİ	İ	İ	Çİ	Oİ	İ	İ	İ	Oİ	İ	Oİ	İ
Yandex Disk	Çİ	İ	Oİ	Oİ	İ	İ	Çİ	Çİ	İ	Oİ	Oİ	Oİ	Çİ	İ	İ	O	Çİ
Mega	Çİ	İ	İ	İ	Oİ	İ	Çİ	Çİ	Oİ	İ	Çİ	İ	Çİ	İ	Oİ	Oİ	Çİ

Çizelge 5.22’de bulunan dilsel ifadeler, Çizelge 4.3’te dilsel ifadelere karşılık gelen üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Üçgensel bulanık sayılar normalize edilerek karar matrisi oluşturulmuştur. Bulanık pozitif ve negatif ideal çözüm ve alternatiflerin yakınlık katsayıları hesaplanarak BTOPIS yöntemi adımları uygulanmıştır. Elde edilen alternatif sıralaması Çizelge 5.23’te gösterilmektedir.

Çizelge 5.23. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-3

Alternatif	d_i^*	d_i^-	CC_i	Sıralama
Amazon	1,213	0,663	0,353	7
Dropbox	0,839	1,264	0,601	6
Yandex Disk	0,722	1,383	0,657	5
Google Drive	0,485	1,392	0,741	2
Mega	0,434	1,593	0,786	1
Turkcell Bulut	0,551	1,324	0,706	3
Box	0,564	1,315	0,700	4

Çizelge 5.23’te bulunan CC_i (yakınlık katsayısı), Çizelge 4.4’te bulunan yakınlık katsayısı şartları incelenmiş ve önerilebilir bulunmuştur. Alternatiflerin yakınlık katsayıları incelendiğinde elde edilen Çizelge 5.21 ve Çizelge 5.22’ye göre farklı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 5.22’de Mega bulut hizmetinin kriterler ile karşılaştırılmasında, uzmanların birlikte çalışabilirlik ve veri hızı kriterinin dilsel ifadelerden çok iyi, güvenilirlik kriterinin ise iyi şeklinde yorumlanması sıralamada Mega bulut hizmetinin ilk sırada çıkmasına neden olmuştur.

BAHS yönteminde elde edilen alt kriterler ağırlıklarının alınması:

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler uzmanların dilsel ifadeler ile değerlendirmeleri ile BAHS yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen alt kriter ağırlıkları kullanılarak bulut hizmet sağlayıcılarının BTOPSIS yönteminde üçgensel bulanık ifadelerle dönüştürülme, karar matrisinin normalize edilmesi, bulanık pozitif ve negatif ideal çözümlerinin hesaplanması ve yakınlık katsayılarının incelenmesi adımları uygulanarak sıralaması elde edilmiştir. Alternatiflerin sıralaması Çizelge 5.24’te gösterilmektedir.

Çizelge 5.24. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralanması-3

Alternatif	di^*	di	CC_i	Sıralama
Amazon	0,238	0,128	0,350	7
Dropbox	0,165	0,240	0,593	6
Yandex Disk	0,127	0,277	0,686	4
Google Drive	0,087	0,281	0,764	3
Mega	0,091	0,307	0,770	2
Turkcell Bulut	0,086	0,281	0,766	1
Box	0,118	0,250	0,679	5

Çizelge 5.24'te alternatiflerin yakınlık katsayıları incelendiğinde Çizelge 4.4'e göre tüm alternatiflerin önerilebilir olduğu belirlenmiştir. BAHS yönteminde birlikte çalışabilirlik, performans ve güvenilirlik kriterlerinin diğer kriterlere oranla yüksek değerlere sahip olması alternatif sıralamasını etkilemektedir. Bu yüzden alternatif-kriter matrisinde alternatifin, ağırlığının yüksek olan kriterlerde çok iyi veya iyi şeklinde ifade edilmesi üst sıralarda çıkmasına yol açmıştır.

5.5.4. Bulut hizmet sağlayıcı sıralanmasında bulanık PROMETHEE yöntemi

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde birçok faktörün etki ettiği görülmektedir. Bu faktörleri değerlendirme yöntemlerinde farklı uygulamalar deneyerek hangi koşulda hangi yöntemin uygulanmasının daha iyi olacağı tespit edilmiştir. Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etki eden faktörlerin değerlendirilmesinin yanı sıra alternatiflerin bu faktörler ile değerlendirilmesine de dikkat edilmelidir. Uzmanların bulut hizmet sağlayıcı ile kriterler arasında değerlendirme yaparken katılıyorum, fikrim yok, katılmıyorum şeklinde ifadeler kullandıklarına rastlanılmıştır. Bu doğrultuda dilsel ifadeler yardımıyla karmaşık problemleri çözmede yardımcı olan BPROMETHEE yöntemine başvurulmuştur. Uzmanların alternatifleri değerlendirirken kullandıkları dilsel ifadelerin karşılığında oluşturulan bulanık sayısal değerler Çizelge 5.25'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.25. Ana kriterin alternatiflere ilişkin dilsel ifadeler ile değerlendirmesi

Alternatif/Kriter	CK	HK	HT	MT	TS
Amazon	AK	FY	BK	AK	AK
Dropbox	OK	OK	OK	FY	AK
Yandex Disk	AK	AK	AK	AK	AK
Google Drive	OK	ÇK	OK	ÇK	OK
Mega	OK	OK	OK	OK	OK
Turkcell Bulut	ÇK	OK	AK	OK	AK
Box	AK	OK	ÇK	ÇK	OK

BPROMETHEE adımları takip edildiğinde Şekil 3.2’den yararlanarak kriterlere ilişkin tercih fonksiyonlarının belirlenmesi ve tercih indeksinin hesaplanması gerekmektedir. Çalışmada tüm kriterler için beşinci tip (lineer) tercih fonksiyonu tanımlanmıştır. BPROMETHEE aşamasında q farksızlık eşiği sıfır ve p kesin tercih eşiği ise 0,60 olarak belirlenmiştir. Çalışma içerisinde kriterler AAS yöntemi ve BAHS yönteminden elde edilen ağırlıklar olmak üzere iki şekilde değerlendirilmiştir. Kriterlerin AAS yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak sonuçlanan bulut hizmet sağlayıcı sıralaması Çizelge 5.26’da, aynı kriterlerin BAHS yöntemi sonucunda elde edilen ağırlıkları kullanılarak sonuçlanan sıralama ise Çizelge 5.27’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.26. AAS-PROMETHEE değerlendirme

Alternatifler	$\theta^+(a)$	$\theta^-(a)$	$\theta^{net}(a)$	Sıralama
Amazon	0,180	1,708	-1,529	7
Dropbox	0,269	1,040	-0,771	6
Yandex Disk	0,122	0,490	-0,368	5
Google Drive	0,795	0,000	0,795	2
Mega	0,468	0,327	0,141	4
Turkcell Bulut	1,078	0,127	0,951	1
Box	0,490	0,058	0,432	3

Çizelge 5.27. BAHS-BPROMETHEE değerlendirme

Alternatifler	$O^+(a)$	$O^-(a)$	$O^{net}(a)$	Sıralama
Amazon	0,265	1,496	-1,231	6
Dropbox	0,240	1,800	-1,560	7
Yandex Disk	0,180	0,649	-0,469	5
Google Drive	0,997	0,000	0,997	1
Mega	0,600	0,000	0,600	4
Turkcell Bulut	1,000	0,113	0,887	2
Box	0,702	0,085	0,617	3

BPROMETHEE yöntemi sonucunda elde edilen sıralamalar incelendiğinde, Çizelge 5.26’da Google Drive, Turkcell Bulut ve Box şeklinde sıralama takip ederken Çizelge 5.27’de Turkcell Bulut, Google Drive ve Box şeklinde bir sıralama takip etmektedir. Elde edilen iki sıralamada çok büyük farklılıklar gözlemlenmemektedir. Alternatiflerin dilsel ifade tabloları, farksızlık eşiği ve kesin tercih eşiğinin aynı değerler alması ve tercih fonksiyonunun her iki aşamada da lineer olarak seçilmesinin yanı sıra AAS ve BAHS yöntemlerinden gelen kriter ağırlıklarının birbirlerine yakınlığı sıralamanın büyük bir oranda farklılık göstermemesine yol açmıştır. BPROMETHEE yöntemi genellikle kriterlerin alternatifler ile karşılaştırılmasında farklı değerlendirmeler kullanılması, karmaşık problemlerin değerlendirilmesi, karar vericilerin karar vermekte zorlanmaları sebebi ile karar vericiler için dilsel ifadeler kullanımı yardımı ile anlaşılır ve kolay tablo oluşturmayı sağlamaktadır.

Alt kriter ağırlıklarının alınması;

Bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler AAS ve BAHS yöntemleri kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. BPROMETHEE yönteminde ana kriterler kullanılarak alternatifler sıralandığında sıralamalar birbirlerine yakın çıkmıştır. Orta ölçekli şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan alt kriterler dikkate alındığında sıralamalardaki farkı görebilmek için alt kriter ile BPROMETHEE yöntemi uygulanmıştır. Uzmanlar tarafından değerlendirilen alt kriter- alternatif dilsel ifade ilişkisi Çizelge 5.28’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.28. Alt kriterin alternatiflere ilişkin dilsel ifadeler ile değerlendirmesi

Alternatif/Kriter	Kullanılabilirlik	Güvenlik	Kapasite	Adapte Olabilirlik	Taşınabilirlik	Veri Merkezi Konumu	Uygunluk	Birlikte Çalışabilirlik	Şeffaflık	İşlem Hızı	Veri Hızı	Ağ Gecikme Süresi	Müşteri Memnuniyeti	Güvenilirlik	Performans	İşlevsellik	Servis
Google Drive	ÇK	ÇK	ÇK	OK	AK	AK	AK	OK	ÇK	ÇK	OK	ÇK	AK	OK	OK	AK	ÇK
Turkcell Bulut	OK	ÇK	AK	AK	AK	FY	OK	ÇK	OK	OK	OK	ÇK	AK	ÇK	OK	OK	ÇK
Amazon Box	AK	OK	OK	AK	AK	OK	OK	AK	AK	ÇK	AK	AK	ÇK	ÇK	OK	OK	AK
Dropbox	OK	OK	AK	ÇK	ÇK	ÇK	OK	ÇK	AK	AK	AK	ÇK	OK	OK	OK	OK	ÇK
Yandex Disk	AK	AK	AK	OK	ÇK	OK	ÇK	OK	ÇK	AK	AK	AK	ÇK	OK	OK	AK	ÇK
Mega	ÇK	OK	OK	OK	AK	OK	OK	ÇK	AK	OK	ÇK	OK	ÇK	OK	AK	AK	ÇK

Çizelge 5.28’de bulunan alternatif-kriter ilişkisinin dilsel ifadeler ile karşılaştırılması bulunmaktadır. Dilsel ifadelerin Çizelge 4.5’te karşılık gelen üçgensel bulanık değerlere dönüştürülmesi, tercih fonksiyonlarının tanımlanması, negatif ve pozitif üstünlüklerin belirlenmesi ve PROMETHEE I ve PROMETHEE II kullanılarak BPROMETHEE adımları uygulanmış ve alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Alt kriterlerin AAS yöntemi sonucunda elde edilen ağırlıklarının kullanılması ile oluşan alternatif sıralaması Çizelge 5.29’da, BAHS yöntemi sonucunda elde edilen ağırlıklar ile oluşan alternatif sıralaması Çizelge 5.30’da gösterilmektedir.

Çizelge 5.29. AAS-BPROMETHEE değerlendirme

Alternatifler	$\Theta^+(a)$	$\Theta^-(a)$	$\Theta^{net}(a)$	Sıralama
Amazon	0,527	4,035	-3,508	7
Dropbox	0,397	0,607	-0,210	5
Yandex Disk	0,822	1,107	-0,285	6
Google Drive	1,693	0,189	1,503	2
Mega	0,988	0,060	0,928	3
Turkcell Bulut	0,841	0,883	-0,042	4
Box	1,911	0,298	1,614	1

Çizelge 5.30. BAHS-BPROMETHEE değerlendirme

Alternatifler	$\emptyset^+(a)$	$\emptyset^-(a)$	$\emptyset^{net}(a)$	Sıralama
Amazon	0,080	0,949	-0,868	7
Dropbox	0,134	0,103	0,031	4
Yandex Disk	0,195	0,203	-0,007	6
Google Drive	0,396	0,034	0,361	1
Mega	0,228	0,038	0,190	3
Turkcell Bulut	0,165	0,158	0,008	5
Box	0,353	0,067	0,286	2

Alt kriterler kullanılarak BPROMETHEE yöntemi sonucunda elde edilen sıralamalar incelendiğinde, Çizelge 5.29’da Box, Google Drive, Mega, Turkcell Bulut, Dropbox ve Amazon şeklinde sıralanırken, Çizelge 5.30’da bu sıralamanın farklı olduğu görülmektedir. BPROMETHEE yönteminde alt kriterler ile alternatiflerin dilsel ifadeler ile karşılaştırılması ve kullanılan kriterlerin ağırlıkları incelenmelidir. Kriterlerin AAS ve BAHS yönteminde elde edilen ağırlıkları incelendiğinde ağırlığı yüksek olan kriterin ve karşılaştırma matrisinde ÇK, OK şeklinde ifade edilenlerin üst sıralarda çıktığı görülmektedir.

5.6. Sonuçların Değerlendirilmesi

Bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için öncelikle bulut hizmet seçiminde etkili olan kriterler dikkate alınarak, AAS ve BAHS yöntemlerinden elde edilen kriter değerlerinin önceliklerine göre değerlendirme yapılmıştır.

Bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS, PROMETHEE, BTOPSIS ve BPROMETHEE yöntemleri kullanılmıştır. Karar vericilerin tercihleri dikkate alınarak yapılan sıralama yöntemleri incelendiğinde literatür kapsamında genellikle çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Nicel değerleri desteklemesi, basit kullanım ve uygulama kolaylığı olması TOPSIS yöntemini, alternatifleri kriterler bazında değerlendirmeye olanak sağlaması, tercih fonksiyonu ve skala türünü seçebilmenin yanında program bazında daha kolay kullanılabilmesi PROMETHEE yönteminin seçilmesine yol açmıştır. Her iki yöntemin de kolay

kullanım ve anlaşılabilir olması, uzmanların yöntemi daha kolay kullanabilir ve yorumlayabilmesine olanak sağlamaktadır.

Karmaşık problemlerde uzmanların, alternatifler ve kriterler arasında değerlendirme yaparken kesin değerler ile ifade etmekte zorlandıkları görülmüştür. Bu tür durumlarda karar vericilerin alternatif-kriter ilişkilerini çok iyi, iyi, orta iyi, orta, kötü şeklinde ifade edebilmeleri için bulanık yöntemlere başvurulmaktadır. Bulut hizmet sağlayıcı sıralaması probleminde de bazı alternatif-kriter ilişkilerinin zor tanımlanması BTOPSIS yöntemine başvurulmasına yol açmıştır. Günlük yaşantımızda karmaşık problemleri analiz edip değerlendirirken kesinlikle katılıyorum, fikrim yok, katılmıyorum, az katılıyorum gibi ifadeleri çok fazla kullanırız. Ele alınan karmaşık problemi değerlendirirken dilsel ifadeler kesinlikle katılıyorum, biraz katılıyorum, fikrim yok, az katılıyorum, çok katılıyorum şeklinde kullanıldığında kriterler ile alternatiflerin ilişkisini belirlemede problem yaşanmıştır. Bu problemi çözebilmek için bulanık yöntemlerden BPROMETHEE yöntemine başvurulmuştur.

Ele alınan çalışma konusunun yazılım alanında olması gereği uzmanlar tarafından Amazon, DropBox, Yandex Disk, Google Drive, Mega, Turkcell Bulut, Box olmak üzere 7 bulut hizmet sağlayıcıya değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışma boyunca uygulanan yöntemlerin sonucunda elde edilen tüm bulut hizmet sağlayıcıların sıralaması Çizelge 5.31'de gösterilmektedir. Elde edilen sıralamaların karşılaştırma aşamasında kolay anlaşılabilmesi için AAS yönteminden gelen kriter ağırlıkları kullanılarak; TOPSIS yöntemi ile sıralanması (AAS-TOPSIS), PROMETHEE yönteminde sıralanması (AAS-PROMETHEE), kriterlerin eşit ağırlıklandırılmasında; TOPSIS yönteminde sıralanması (TOPSIS), PROMETHEE yöntemi ile sıralanması (PROMETHEE) şeklinde oluşturulmuştur. BTOPSIS yöntemi sıralamasında (AAS-BTOPSIS) ve (BAHS-BTOPSIS); BPROMETHEE yöntemi sıralaması ise (AAS-BPROMETHEE) ve (BAHS-BPROMETHEE) şeklinde ifade edilmiştir.

Çizelge 5.31. Alternatif sıralamalarının karşılaştırılması-1

Alternatif	AAS-TOPSIS	TOPSIS	AAS-PROMETHEE	PROMETHEE	BAHS-TOPSIS	BAHS-PROMETHEE	AAS-BTOPSIS	BAHS-BTOPSIS	AAS-BPROMETHEE	BAHS-BPROMETHEE
Amazon	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7
Dropbox	4	5	6	6	3	6	4	5	6	5
Yandex Disk	7	6	5	5	6	5	7	6	5	6
Google Drive	1	2	2	2	4	2	1	1	2	2
Mega	3	3	3	3	1	3	2	3	4	3
Turkcell Bulut Box	1	4	4	4	2	4	5	4	1	4
	5	1	1	1	5	1	3	2	3	1

Çizelge 5.31’de gösterilen bulut hizmet sağlayıcılarının sıralamaları incelendiğinde Google Drive bulut hizmet sağlayıcısı genellikle ikinci sırada çıksa da kriterlerin birbirlerine olan yakınlığından dolayı sıralamaların benzerliği görülmektedir. Uzmanların değerlendirmeleri sonucunda tercih olarak Google Drive ilk sırada yerini almıştır. PROMETHEE yönteminde her durumda uzmanların tüm PROMETHEE özelliklerini aynı alması ile değer bakımından farklı sayılar elde edilse de sıralama bakımından aynı sıra elde edilmiştir. Genellikle sıralamalar benzerlik gösterse de kriterlerin önem dereceleri ve seçilen yöntem çok önemlidir. TOPSIS yönteminde nicel veriler ile alternatifler arasında kriter değerlendirmesi yapılmaktadır. PROMETHEE yönteminde ise her alternatif kriter ağırlığına ve kullanıcının verdiği öneme göre bir değerlendirme yapılmaktadır. Çalışmada, kriterlerin ağırlıklarının birbirlerine yakın değerler almasının yanında uzmanların kriterlere verdiği önem ağırlıklandırması da aynı olduğu için PROMETHEE ve AAS-PROMETHEE sıralaması aynı çıkmıştır. BTOPSIS ve BPORMETHEE yöntemlerinde de benzer durumlar söz konusudur.

BAHS ve AAS yöntemlerinden elde edilen alt kriterler ağırlıkları da dikkate alınarak TOPSIS, PROMETHEE, BTOPSIS ve BPROMETHEE yöntemleri uygulandığında alternatif sıralamaları Çizelge 5.32’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.32. Alternatif sıralamalarının karşılaştırılması-2

Alternatif	AAS-TOPSIS	BAHS-TOPSIS	AAS-PROMETHEE	BAHS-PROMETHEE	AAS-BTOPSIS	BAHS-BTOPSIS	AAS-BPROMETHEE	BAHS-BPROMETHEE
Amazon	7	7	7	7	7	7	7	6
Dropbox	6	6	6	6	6	6	5	7
Yandex Disk	5	5	5	5	5	4	6	5
Google Drive	3	3	3	4	2	3	2	1
Mega	4	4	2	3	1	2	3	4
Turkcell Bulut	2	1	4	2	3	1	4	2
Box	1	2	1	1	4	5	1	3

Çizelge 5.32’de gösterilen bulut hizmet sağlayıcılarının sıralamaları incelendiğinde Box bulut hizmet sağlayıcısının genellikle birinci sırada ve Google Drive bulut hizmet sağlayıcısının ise genellikle üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir. Alt kriterler ile alternatiflerin değerlendirilmesinin orta ölçekli şirketler için daha ayrıntılı bir değerlendirme olacağı bilinmektedir. Uzmanların değerlendirmeleri ile Çizelge 5.31 ve Çizelge 5.32 incelenmiş ve tez çalışmasında kullanılan yöntemlerde Google Drive bulut hizmet sağlayıcısının son sıralarda bulunmaması dikkate çekmiştir. Bu doğrultuda uzmanlar Google Drive bulut hizmetini tercih etmişlerdir.

6. SONUÇ

Şirketlerin bulut hizmet kiralamaları için kendilerine en uygun bulut hizmet sağlayıcısını seçmeleri gerekmektedir. Bulut hizmet sağlayıcıların şirketlere sundukları birçok seçeneğin olması şirketlerin karar verme aşamasını zorlaştırmaktadır. Bu tez çalışmasında, orta ölçekli şirketler için bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler belirlenerek bulut hizmet sağlayıcı sıralaması için bir örnek çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında, ilk olarak bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler ele alınmıştır. Kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılıkları dikkate alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemi kullanılmıştır. Ana kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması aşamasında uzmanların sözel ifadeler kullanarak yorumlaması, bulanık yöntemlere başvurulmasına sebep olmuştur. Bu nedenle bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterler bulanık değerler ile yorumlanmış olup BAHS yöntemi kullanılarak iki farklı yöntemde değerlendirilmiştir.

AAS yöntemi ile değerlendirilen kriterler incelendiğinde yaklaşık %36 oranı ile birlikte çalışabilirlik kriteri ve %35 oranı ile veri hızı kriteri ilk sıralarda yerini alırken ana kriter değerlendirilmesine bakıldığında ise %30 oranı ile CPU kullanımı kriterinin ilk sırada yer aldığı görülmüştür. BAHS yöntemi ile değerlendirildiğinde ise yaklaşık %10,7 oranında servis kriteri yer alırken %10,3 oranında birlikte çalışabilirlik kriterinin yer aldığı ve ana kriter karşılaştırılmasında ise %23 oranında CPU kullanımı kriterinin yer aldığı görülmüştür. AAS yöntemi kullanıldığında kriterlerin birbirlerine olan bağımlılıklarının ağ yapısı dikkat çekerken, BAHS yönteminde kriterler için net değerlerin kullanılmasında güçlük çekilmesi sebebiyle sözel ifadelere denk gelen bulanık sayıların atanması dikkat çekmektedir. Kriterlerin birbirleri arasındaki değerlendirmelerinin farklı olması sıralamayı değiştirirken iki yöntemde de CPU kullanımı kriterinin ilk sırada çıkması, orta ölçekli şirketlerin bulut hizmet sağlayıcı seçiminde ilk dikkat etmesi gereken kriter olduğunu göstermektedir.

İkinci aşamada uzmanlar tarafından belirlenen 7 bulut hizmet sağlayıcısı sıralaması problemi ele alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden en çok

kullanılan TOPSIS ve PROMETHEE sıralama yöntemleri kullanılmıştır. Alternatif değerlendirme aşamasında uzmanların sözel ifadelerle başvurması ve kesin değerleri kullanmalarında güçlük çekmelerinden dolayı bulanık yöntemlerden BTOPSIS ve BPROMETHEE yöntemlerine başvurulmuştur

Çalışma sonucunda, bulut hizmet sağlayıcıların belirlenen ana kriterler ile değerlendirilmesinde 10 sıralama ve alt kriterler ile değerlendirilmesinde 8 sıralama olmak üzere toplam 18 sıralama elde edilmiştir. Elde edilen 10 sıralama incelendiğinde genellikle birinci ve ikinci sırayı alan Google Drive bulut hizmet sağlayıcısı tercih edilmiştir. Alt kriterler ağırlıklarının kullanılması ile elde edilen 8 sıralama incelendiğinde Box bulut hizmet sağlayıcısının genellikle ilk sırada yer aldığı fakat Google Drive bulut hizmet sağlayıcısının hiçbir yöntemde son sıralarda çıkmaması dikkat çekmiştir.

Bu çalışmada, literatürde ele alınan bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan tüm kriterler uzmanlar tarafından yorumlanmıştır. Kriterlerin arasındaki bağılıklar dikkate alınarak değerlendirilmesinin yanı sıra bulut hizmet sağlayıcı seçiminde uzmanların karşılaştıkları durumlara göre hangi yöntemleri kullanacakları hakkında bir yol gösterici olma niteliğini taşımaktadır.

İleride yapılacak çalışmalarda bulut hizmet sağlayıcı seçiminde etkili olan kriterlere bakım maliyetleri, güncelleme süreleri, veri yedekleme süresi gibi kriterler eklenerek matematiksel bir model oluşturulabilir. Böylelikle kriterlerin matematiksel değerler ile yorumlanarak alternatifleri karşılaştırılabilir. Ayrıca kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılıklar bulanık değerler ile yorumlanarak çözümlenip bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılabilir. Şirketlerde yaygın kullanılan kurumsal kaynak planlaması gibi programların bulut hizmetlere taşınmasında felaket kurtarma desteği, bakım ve güncelleme, tehdit algılama ve engelleme gibi kriterler dikkate alınarak tercih yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Abawajy, J., Establishing trust in hybrid cloud computing environments. *In 2011IEEE 10th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*. 118-125, 2011.
- 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.
- Afful-Dadzie, E., Oplatková, Z.K., Nabareseh, S., Selecting start-up businesses in a public venture capital financing using fuzzy PROMETHEE. *Procedia computer science*. 60, 63-72, 2015.
- 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.
- Alabay, M., <https://dralabay.wordpress.com/2014/01/20/bulut-bilisim/> (Erişim tarihi: 09.05.2020).
- 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.
- Alp, S., Engin, T., Trafik kazalarının nedenleri ve sonuçları arasındaki ilişkinin TOPSIS ve AHP yöntemleri kullanılarak analizi ve değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 10 (19), 65-87, 2011.
- B. Arslan, Bulut Bilişim'in avantajları ve dezavantajları. Bitirme Projesi. Maltepe Üniversitesi, İstanbul, 2018.
- Asoğlu, İ., Eren, T., AHP, TOPSIS, PROMETHEE yöntemleri ile bir işletme için kargo şirketi seçimi. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*. 8 (16), 102-122, 2018.
- G. Aydın, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 2008.

- Bağ, N., Özdemir, M., Eren, T., 0-1 Hedef programlama ve ANP yöntemi ile hemşire çizelgeleme problemi çözümü. *International Journal of Engineering Research and Development*. 1, 2-6, 2012.
- Balasubramanian, R., Aramudhan, M., Security issues: public vs private vs hybrid cloud Computing. *International Journal of Computer Applications*. 55 (13). 2012.
- Basu, A., Ghosh, S., Implementing fuzzy TOPSIS in cloud type and service provider selection. *Advances in Fuzzy Systems*. 2018, 1-12, 2018.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., Aghdasi, M., PROMETHEE: a comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*. 200 (1), 198-215, 2010.
- Boran, F. E., Boran, K., Menlik, T., The evaluation of renewable energy technologies for electricity generation in Turkey using intuitionistic fuzzy TOPSIS. *Energy Sources, Part B: Economics Planning and Policy*. 7 (1), 81-90, 2012.
- Brans, J.P., Mareschal, B., The PROMETHEE VI procedure: how to differentiate hard from soft multicriteria problems. *Journal of Decision Systems*. 4 (3), 213-223, 1995.
- Brans, J.-P., Vincke, P., Mareschal, B., How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*. 24 (2), 228-238, 1986.
- Briscoe, G., Marinos, A., Digital ecosystems in the clouds: towards community cloud computing. *In 2009 3rd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*. 103-108, 2009.
- A.S. Başer, Bulut Servis Sağlayıcı Seçimi İçin Değerlendirme Modeli. Yüksek Lisans Tezi. Beykent Üniversitesi, Ankara, 2016.
- Büyüközkan, G., Feyzioğlu, O., Havle, C. A., Intuitionistic fuzzy AHP based strategic analysis of service quality in digital hospitality industry. *IFAC-PapersOnLine*. 52 (13), 1687-1692, 2019.

- Cavallaro, F., Zavadskas, E.K., Streimikiene, D., Mardani, A., Assessment of concentrated solar power (CSP) technologies based on a modified intuitionistic fuzzy TOPSIS and trigonometric entropy weights. *Technological Forecasting and Social Change*. 140, 258-270, 2019.
- Chen, Y.H., Wang, T.C., Wu, C.Y., Strategic decisions using the fuzzy PROMETHEE for IS outsourcing. *Expert Systems with Applications*. 38 (10), 13216-13222, 2011.
- E. Çakın, Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) Ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2013.
- Dağdeviren, M., Eren, T., Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 16 (1), 41-52, 2001.
- Dasilva, C.M., Trkman, P., Desouza, K., Lindič, J., Disruptive technologies: a business model perspective on cloud computing. *Technology Analysis & Strategic Management*. 25(10), 1161-1173, 2013.
- Demir, A.S., Gelen, M.B., Selection of information technology personnel for an enterprise in the process of industry 4.0 with the MultiMoora method. *Sakarya University Journal of Science*. 23 (4), 663-675, 2019.
- Devi, R., Shanmugalakshmi, R., Cloud providers ranking and selection using quantitative and qualitative approach. *Computer Communications*. 154, 370-379, 2020.
- Ding, S., Wang, Z., Wu, D., Olson, D.L., Utilizing customer satisfaction in ranking prediction for personalized cloud service selection. *Decision Support Systems*. 93, 1-10, 2017.
- Elevli, B., Logistics freight center locations decision by using Fuzzy-PROMETHEE. *Transport*. 29 (4), 412-418, 2014.
- Eren, T., Hamurcu, M., Dinç, S., Kentsel ulaşım için alternatif tramvay araçlarının çok kriterli seçimi. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*. 4 (2), 124-135, 2018.

- Garber, D., Malik, J., Fazio, A., Windows azure hybrid cloud. John Wiley & Sons, Indianapolis, 2013.
- 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.
- Garg, S.K., Versteeg, S., Buyya, R., A framework for ranking of cloud computing services. *Future Generation Computer Systems*. 29 (4), 1012-1023, 2013.
- Garrison, G., Wakefield, R. L., Kim, S., The effects of IT capabilities and delivery model on cloud computing success and firm performance for cloud supported processes and operations. *International Journal of Information Management*. 35 (4), 377-393, 2015.
- Gireesha, O., Somu, N., Krithivasan, K., VS, S.S., IIVIFS-WASPAS: an integrated multi-criteria decision-making perspective for cloud service provider selection. *Future Generation Computer Systems*. 103, 91-110, 2020.
- 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.
- Goyal, S., Public vs private vs hybrid vs community-cloud computing: a critical review. *International Journal of Computer Network and Information Security*. 6 (3), 20, 2014.
- Grgurević, I., Gregurić, G., Multi-criteria decision-making in cloud service selection and adoption. *In Research Conference in Technical Disciplines-RCITD 2017*. 13-17, 2017.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., Eren, T., Selection of academic conferences based on analytical network processes. *Multiple Criteria Decision Making*. 11, 51-62, 2016.
- Gür, Ş., Uslu, B., Eren, T., Akca, N., Yılmaz, A., Sönmez, S. Analitik ağ süreci yöntemi ile hastanelerde ameliyathane performansını etkileyen kriterlerin belirlenmesi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 3 (3), 10-25, 2018.

- Hajlaoui, S., ve Halouani, N., Hesitant-fuzzy-PROMETHEE method. In *2013 5th International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization (ICMSAO)*. 1-6, 2013.
- Hamurcu, M., Eren, T., Raylı sistem projeleri kararında AHS-HP ve AAS-HP kombinasyonu. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*. 3 (3), 1-13, 2017.
- Hamurcu, M., Eren, T., Sürdürülebilir kent içi ulaşım için bulanık AHP tabanlı VIKOR yöntemi ile proje seçimi. In *International Conference on Advanced Engineering Technologies*. 21, 23, 2017.
- Hassan, H., El-Desouky, A.I., İbrahim, A., El-Kenawy, E.S.M., Arnous, R., Enhanced QoS-based model for trust assessment in cloud computing environment. *IEEE Access*. 8, 43752-43763, 2020.
- İnağ, Y., Ceyhan, E.B., Sağıroğlu, Ş., Bulut bilişimin kurumsal zorlukları ve çözüm önerileri. *Uluslararası Bilgi Güvenliği ve Kriptoloji Konferansı*. 1-8, 2015.
- D.K. İnceler, a Model For Evaluation Of User Trust To Cloud Service Providers. Yüksek Lisans Tezi. Atılım Üniversitesi, Ankara, 2017.
- Jatoh, C., Gangadharan, G.R., Fiore, U., Buyya, R., SELCLOUD: A hybrid multi-criteria decision-making model for selection of cloud services. *Soft Computing*. 23 (13), 4701-4715, 2019.
- Jyoti, S., Manish, S., Rupali, G., Virtualization as an engine to drive cloud computing security. In: *International Conference on High Performance Architecture and Grid Computing*. 169, 62-66, 2011.
- Kalkınma Bakanlığı, Onbirinci kalkınma planı 2019-2023. Elektronik Ankara, <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf> (Erişim tarihi: 15.07.2020).
- Karim, R., Ding, C., Chi, C.H. , An enhanced PROMETHEE model for QoS-based web service selection. In *2011 IEEE International Conference on Services Computing*. 536-543, 2011.

- Karim, R., Ding, C., Miri, A., An end-to-end QoS mapping approach for cloud service selection. *In 2013 IEEE Ninth World Congress on Services*. 341-348, 2013.
- 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.
- 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.
- Kızıldağ, Ş., Mermi, Ö.S., Alağaç, H.M., Bedir, N., Eren, T., Ana haber bültenlerinin çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Global Media Journal: Turkish Edition*. 8 (15), 346-363, 2017.
- Kumar, R. R., Mishra, S., Kumar, C., Prioritizing the solution of cloud service selection using integrated MCDM methods under Fuzzy environment. *The Journal of Supercomputing*. 73 (11), 4652-4682, 2017.
- 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.
- 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.
- Mareschal, B., Brans, J.P., Geometrical representations for MCDA. *European Journal of Operational Research*. 34 (1): 69-77, 1988.
- Marinos, A., Briscoe, G., Community cloud computing. *In IEEE International Conference on Cloud Computing*. 472-484, 2009.
- Moldovan, D., Truong, H.L., Dustdar, S., Cost-aware scalability of applications in public clouds. *In 2016 IEEE International Conference On Cloud Engineering*. 79-88, 2016.

- Nacer, A. A., Perrin, O., Charoy, F., Identification of comparison key elements and their relationships for cloud service selection. *In European Conference on Service-Oriented and Cloud Computing*. 74-82, 2020.
- 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.
- Nazir, M., Cloud computing: overview & current research challenges. *IOSR Journal of Computer Engineering*. 8 (1), 14-22, 2012.
- Nawaz, F., Asadabadi, M.R., Janjua, N.K., Hussain, O.K., Chang, E., Saberi, M., An MCDM method for cloud service selection using a Markov chain and the best-worst method. *Knowledge-Based Systems*. 159, 120-131, 2018.
- Onar, S. C., Oztaysi, B., Kahraman, C., Multicriteria evaluation of cloud service providers using pythagorean fuzzy TOPSIS. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*. 30, 263-283, 2018.
- Özcan, E.C., Ünlüsoy, S., Eren, T., A combined goal programming–AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 78, 1410-1423, 2017.
- Özcan, E.C., Ünlüsoy, S., Eren, T., ANP ve TOPSIS yöntemleriyle türkiye'de yenilenebilir enerji yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 5 (2), 204-219, 2017.
- C.D. Özdemir, Bilgişlem Ortamı Sunan Bulut Hizmetlerinde Kötücül Davranışların Saptanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2018.
- Özder, E.H., Özcan, E., Eren, T., Staff task-based shift scheduling solution with an ANP and goal programming method in a natural gas combined cycle power plant. *Mathematics*. 7 (2), 192, 2019.
- Patiniotakis, I., Verginadis, Y., Mentzas, G., PuLSaR: preference-based cloud service selection for cloud service brokers. *Journal of Internet Services and Applications*. 6 (1), 1-14. 2015.

- Perçin, S., Ayan, T.Y., AHS ve Bulanık PROMETHEE yaklaşımlarıyla esnek üretim sistemleri seçimi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 29 (2), 555-575, 2015.
- Plusclouds, <http://plusclouds.events/2016/08/31/bulut-bilisim-nedir/> (Erişim tarihi: 09.05.2020).
- Qu, C., Buyya, R., A cloud trust evaluation system using hierarchical fuzzy inference system for service selection. *In 2014 IEEE 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*. 850-857, 2014.
- Rao, T.V.N., Naveena, K., David, R., Narayana, M.S., A new computing environment using hybrid cloud. *Journal of Information Sciences and Computing Technologies*. 3(1), 180-185, 2015.
- Saaty, T.L., How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*. 48, 9-26, 1990.
- Sabahi, F., Cloud computing reliability, availability and serviceability (RAS): issues and challenges. *International Journal on Advances in ICT for Emerging Regions*. 4 (2), 12-23, 2011.
- Sajid, M., Raza, Z., Cloud computing: Issues & challenges. *In International Conference on Cloud, Big Data and Trust*. 20,13, 2013.
- Salih, M.M., Zaidan, B.B., Zaidan, A.A., Ahmed, M.A., Survey on fuzzy TOPSIS state-of-the-art between 2007 and 2017. *Computers & Operations Research*. 104, 207-227, 2019.
- Serrai, W., Abdelli, A., Mokdad, L., Hammal, Y., Towards an efficient and a more accurate web service selection using MCDM methods. *Journal of Computational science*. 22, 253-267, 2017.
- Sharma, M., Gupta, R., Acharya, P., Analysing the adoption of cloud computing service: a systematic literature review. *Global Knowledge, Memory and Communication*. 14, 1-38, 2020.

- Shawish, A., Salama, M., Cloud computing: paradigms and technologies. *In Intercooperative collective intelligence: Techniques and applications*. 495, 39-67, 2014.
- 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.
- 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.
- Sohaib, O., Naderpour, M., Decision making on adoption of cloud computing in e-commerce using fuzzy TOPSIS. *In 2017 IEEE International Conference on Fuzzy Systems*. 1-6, 2017.
- 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.
- Soubra, M., Tanrıöver, Ö.Ö., An assessment of recent cloud security measure proposals in comparison to their support by widely used Cloud service providers. *Mugla Journal of Science and Technology*. 3 (2), 122-130, 2017.
- Sultan, N., Making use of cloud computing for healthcare provision: Opportunities and challenges. *International Journal of Information Management*. 34 (2), 177-184, 2014.
- Sun, C.C., A Performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert systems with applications*. 37 (12), 7745-7754, 2010.
- Sun, L., Dong, H., Hussain, F.K., Hussain, O.K., Chang, E., Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions. *Journal of Network and Computer Applications*. 45, 134-150, 2014.
- Supriya, M., Sangeeta, K., Patra, G.K., Trustworthy cloud service provider selection using multi criteria decision making methods. *Engineering Letters*. 24 (1), 1-10, 2016.

- Supriya, M., Venkataramana, L.J., Sangeeta K., Patra G.K., Estimating trust value for cloud service providers using fuzzy logic. *International Journal of Computer Applications*, 48 (19), 28–34, 2012.
- N. Şah, Analitik Serim Süreci Yöntemi İle Mersin-Torio Arasındaki Güzergâh Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2010.
- Taş, C., Bedir, N., Eren, T., Alağaç, H.M., Çetin, S., AHP-TOPSIS yöntemleri entegrasyonu ile poliklinik değerlendirilmesi: Ankara’da bir uygulama. *Sağlık Yönetimi Dergisi*. 2 (1), 1-17, 2018.
- Taş, M., Özlemiş, Ş.N., Hamurcu, M., Eren, T., Ankara’da AHP ve PROMETHEE yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 3 (1), 65-89, 2017.
- A.S.T. Tayeb, A Literature Survey About Vertical And Horizontal Scalability In Cloud Computing. Yüksek Lisans Tezi. Atılım Üniversitesi, Ankara, 2019.
- 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.
- 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.
- Tripathi, A., Pathak, I., Vidyarthi, D.P., Integration of analytic network process with service measurement index framework for cloud service provider selection. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*. 29 (12), 1-125, 2017.
- Ur Rehman, Z., Hussain, O. K., Hussain, F.K., IaaS cloud selection using MCDM methods. *In 2012 IEEE Ninth international Conference on E-Business Engineering*. 246-251, 2012.

- Ur Rehman, Z., Hussain, O.K., Hussain, F.K., Multi-criteria IaaS service selection based on QoS history. *In 2013 IEEE 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*. 1129-1135, 2013.
- Ur Rehman, Z., Hussain, O.K., Hussain, F.K., Towards multi-criteria cloud service selection. *In 2011 Fifth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*. 44-48, 2011.
- 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, 2019a.
- Uslu, B., Gür, Ş., Eren, T., Endüstri 4.0 Uygulaması İçin Stratejilerin AAS ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*. 7 (1), 13-28, 2019.
- 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, 2019b.
- Uslu, B., Gür, Ş., Eren, T., Özcan, E., Mobil uygulama seçiminde etkili olan kriterlerin belirlenmesi ve örnek uygulama. *İstanbul İktisat Dergisi*. 70 (1), 113-139, 2020.
- Wang, X., Cao, J., Xiang, Y., Dynamic cloud service selection using an adaptive learning mechanism in multi-cloud computing. *Journal of Systems and Software*. 100, 195-210, 2015.
- Wu, H., Wang, Q., Wolter, K., Methods of cloud-path selection for offloading in mobile cloud computing systems. *In 4th IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science Proceedings*. 443-448, 2012.
- Xu, G.L., Wan, S.P., Xie, X.L., A selection method based on MAGDM with interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Mathematical Problems in Engineering*. 2015, 1-13, 2015.
- Yaralıoğlu, K., Performans değerlendirmede analitik hiyerarşi proses., *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*. 6, 1, 129-142, 2001.

- Yıldırım, B., Önay, O., Bulut teknolojisi firmalarının bulanık AHP–MOORA yöntemi kullanılarak sıralanması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*. 24 (75), 59-81, 2013.
- Yoon, K.P., Hwang, C., Multiple attribute decision making: An Introduction. Sage Publications, California, 1995.
- Youssef, A.E., An Integrated MCDM approach for cloud service selection based on TOPSIS and BWM. *IEEE Access*. 8, 71851-71865, 2020.
- 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*. 1-5, 2011.
- 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.
- Zhou, Z., Zhang, H., Du, X., Li, P., Yu, X., Prometheus: Privacy-aware data retrieval on hybrid cloud. *In 2013 Proceedings IEEE INFOCOM*. 2643-2651, 2013.