



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



İnternet servis sağlayıcı seçim probleminin çözümünde bulanık sıralama ağırlık tabanlı bulanık MARCOS yöntemi

Fuzzy MARCOS method based on fuzzy rank ordering weight for solving internet service provider selection problem

Yazar(lar) (Author(s)): Ayşegül TUŞ¹, Esra AYTAÇ ADALI²

ORCID¹: 0000-0003-1583-0616

ORCID²: 0000-0002-8836-9878

To cite to this article: Tuş, A. ve Aytaç Adalı, E., “İnternet servis sağlayıcı seçim probleminin çözümünde bulanık sıralama ağırlık tabanlı bulanık MARCOS yöntemi”, *Journal of Polytechnic*, 26(1): 61-72, (2023).

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz: Tuş, A. ve Aytaç Adalı, E., “İnternet servis sağlayıcı seçim probleminin çözümünde bulanık sıralama ağırlık tabanlı bulanık MARCOS yöntemi”, *Politeknik Dergisi*, 26(1): 61-72, (2023).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.881609

İnternet Servis Sağlayıcı Seçim Probleminin Çözümünde Bulanık Sıralama Ağırlık Tabanlı Bulanık MARCOS Yöntemi

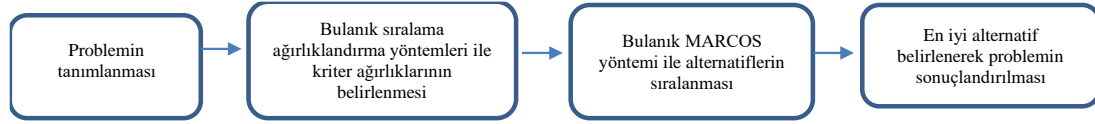
Fuzzy MARCOS Method Based on Fuzzy Rank Ordering Weight for Solving Internet Service Provider Selection Problem

Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ İnternet Servis Sağlayıcı (İSS) seçimini etkileyen kriterlerin belirlenmesi / Determining the criteria that affect Internet Service Provider (ISP) selection
- ❖ Kriter ağırlıklarının bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile hesaplanması / Calculation of criteria weights with fuzzy rank ordering weighting methods
- ❖ İSS alternatiflerinin bulanık MARCOS yöntemi ile sıralanması / Ranking of ISP alternatives with fuzzy MARCOS method

Grafik Özet (Graphical Abstract)

Bu çalışmada bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile bulanık MARCOS yönteminin birlikte ele alındığı bütünlük bir metodoloji önerilerek karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. / In this study, a comparative analysis is performed by proposing an integrated methodology in which fuzzy order ranking weighting methods and fuzzy MARCOS method are considered together.



Şekil. İSS seçimi için önerilen metodoloji /Figure. Proposed methodology for ISP selection

Amaç (Aim)

Bu çalışmada İSS seçim kriterlerini belirlemek, seçim sürecindeki belirsizliği bulanık küme teorisi ile dikkate alarak önerilen metodoloji ile belirlenen kriterler açısından İSS'leri değerlendirmek ve karşılaştırmalı bir analiz yapmak amaçlanmıştır. / In this study, it is aimed to determine the ISP selection criteria, to evaluate the ISPs in terms of the criteria determined by the proposed methodology, taking into account the uncertainty in the selection process with fuzzy set theory and to conduct a comparative analysis.

Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Bulanık Sıra Toplam (BST), Bulanık Sıra Karşılıklı (BSK) ve Bulanık Sıra Ağırlık Merkezi (BSAM) bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile bulanık MARCOS yöntemi bütünlük olarak İSS seçim probleminin çözümünde uygulanmıştır. / Fuzzy rank ordering weighting methods which are Fuzzy Rank Sum (FRS), Fuzzy Rank Reciprocal (FRR) and Fuzzy Rank Order Centroid (FROC) and fuzzy MARCOS method have been applied to solve ISP selection problem in an integrated manner.

Özgünlük (Originality)

Bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri, bulanık MARCOS yöntemi ile birlikte İSS seçimi probleminin çözümünde ilk kez kullanılmaktadır. / Fuzzy sorting weighting methods are used for the first time in solving ISP selection problem together with fuzzy MARCOS method.

Bulgular (Findings)

Elde edilen bütünlük kriter ağırlıklarına göre en önemli kriter, bağlantı kalitesidir. Bulanık MARCOS yöntemi ile farklı ağırlık yöntemlerine göre benzer sıralamalar elde edilmiştir. / The most important criterion according to the integrated criteria weights obtained is the connection quality. Similar rankings are obtained with the fuzzy MARCOS method according to different weight methods.

Sonuç (Conclusion)

Önerilen metodoloji, en iyi alternatifin belirlenmesinde kabul edilebilir ve tatmin edici sonuçlar sağlamıştır. / The proposed methodology provides acceptable and satisfactory results in determining the best alternative.

Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

İnternet Servis Sağlayıcı Seçim Probleminin Çözümünde Bulanık Sıralama Ağırlık Tabanlı Bulanık MARCOS Yöntemi

Araştırma Makalesi / Research Article

Ayşegül TUŞ*, Esra AYTAÇ ADALI

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Pamukkale Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 16.02.2021 ; Kabul/Accepted : 27.08.2021 ; Erken Görünüm/Early View : 10.09.2021)

ÖZ

İnternet hizmeti, belli bir ücret karşılığında bireylere ve kurumlara İnternet Servis Sağlayıcı (İSS) tarafından sunulmaktadır. Dünyada ve ülkemizde çok sayıda İSS olup, elektronik haberleşme sektöründeki hızlı gelişmeler nedeniyle İSS'ler arasında yoğun bir rekabet yaşanmaktadır. Bu durumda kullanıcılar, İSS seçim problemi ile karşı karşıya kalmaktadır. Kullanıcının amacı doğrultusunda ihtiyacını karşılayacak tüm nitel ve nicel kriterler düşünüldüğünde en iyi hizmeti sunacak İSS seçimi, belirsizlik içeren Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak tasarlanabilir. Bu çalışmada, belirsizliği modelleyebilmek için bulanık küme teorisi kullanılmıştır. Çalışmada, fiber teknoloji hizmeti almak isteyen ev kullanıcılarının İSS seçim süreci, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, kullanıcıların İSS seçimini etkileyen kriterler belirlenmiş ve bu kriterlerin ağırlıkları, Bulanık Sıra Toplam (BST), Bulanık Sıra Karşılıklı (BSK) ve Bulanık Sıra Ağırlık Merkezi (BSAM) ile hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise aynı kullanıcılar için fiber teknoloji hizmeti veren İSS alternatifleri, ilk aşamada belirlenen kriterler dikkate alınarak bulanık MARCOS yöntemi ile sıralanmıştır. Bu şekilde bulanık MARCOS yöntemi, farklı bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile birlikte değerlendirilerek karşılaştırmalı bir analiz yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: ÇKKV, bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri, bulanık MARCOS, internet servis sağlayıcı (İSS) seçimi.

Fuzzy Rank Ordering Weight Based Fuzzy MARCOS Method for Solving Internet Service Provider Selection Problem

ABSTRACT

Internet service is offered to individuals and institutions by the Internet Service Provider (ISP) for a certain fee. There are many ISPs in the world and in our country, and there is an intense competition between ISPs due to the rapid developments in the electronic communication sector. In this case, users are faced with ISP selection problem. Considering all qualitative and quantitative criteria that meet the needs of the user, the choice of ISP that will provide the best service can be designed as a Multi Criteria Decision Making (MCDM) problem with uncertainty. In this study, fuzzy set theory is used to model uncertainty. In the study, the ISP selection process of home users who want to get fiber technology service is made in two stages. In the first stage, the criteria that affect the users' ISP selection are determined and the weights of these criteria are calculated using Fuzzy Rank Sum (FRS), Fuzzy Rank Reciprocal (FRR) and Fuzzy Rank Order Centroid (FROC). In the second stage, ISP alternatives that provide fiber technology services for the same users are listed by fuzzy MARCOS method, taking into account the criteria determined in the first stage. In this way, the fuzzy MARCOS method is evaluated together with different fuzzy rank ordering weighting methods and a comparative analysis is made and the results are interpreted.

Keywords: MCDM, fuzzy rank ordering weighting methods, fuzzy MARCOS, internet service provider (ISP) selection.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnternet Servis Sağlayıcı (İSS), genel olarak internet hizmeti sunan bir oluşumdur. Buna göre çevirmeli internet erişimi sunan bir işletmeden Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'ne kadar her kuruluş, İSS sayılabilir [1]. Genellikle İSS'ler tarafından sağlanan hizmetler arasında internet erişimi, internet geçişi, alan adı kaydı, web barındırma, usenet hizmeti ve ortak

yerleşim yer alır. İSS'ler internet hiyerarşisinde oynadıkları role göre farklı sınıflara ayrılır. Son kullanıcılara erişim hizmeti sağlayan yerel ve bölgesel İSS'ler ile bunlar arasında bağlantı sağlayan toplu taşıma sağlayıcılar bulunmaktadır. Bu nedenle tüm İSS'lerin birlikte çalışması, yani bir internet hizmeti sunarken birbirlerinin trafiğini iletmeleri gerekir [2]. Diğer bir deyişle İSS'ler fiyat, performans, güvenilirlik vb. konularda birbirleriyle rekabet eder ancak aynı zamanda internetteki diğer tüm bağlantılara küresel bağlantı sağlamak için birbirleriyle iş birliği yapmaları gerekir

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : atus@pau.edu.tr

[3]. İSS'ler tarafından sağlanan hizmetler, kablolu ve kablosuz teknolojiler olarak sınıflandırılır [4]. Ülkemizde İSS'lerin sunduğu kablolu teknolojiler; ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), PLC (Power Line Communication), fiber internet ve kablo internet iken kablosuz teknoloji, UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)'dir [5, 6].

Günümüzde kullanıcıların ürünlere ve hizmetlere ilişkin artan bilgileri, çoğalan İSS alternatifleri ve İSS'lerin sundukları farklı hizmetler nedenleriyle kullanıcılar, İSS alternatifleri arasında seçim yapma durumunda kalmaktadır [7]. Her İSS'nin kendine özgü özellikleri olup belirli kriterler göz önüne alındığında, kullanıcıların bireysel ihtiyaçlarına yönelik en uygun İSS seçimi, hem niteliksel hem de niceliksel birçok kriterin dikkate alındığı karmaşık süreçleri gerektirmektedir. Bu süreçte kullanılan kriterlerin başında; yeni ya da tamamlayıcı ürünler, destekleyici hizmetler, promosyon teklifleri, fiyat teşvikleri, çevrimiçi erişim dakikaları, kurulum kolaylığı, doğru hata teşhisi ve düzeltme prosedürleri, abonelik, internet paketleri, İSS'lerin abone merkezi ve bölge ofislerinin fiziki görünümü ve fiyat bilgisi gelmektedir. Sağlıklı bir sonuç için birçok kriter bir arada düşünülmeli, kullanıcı gereksinimleri etkili bir şekilde analiz edilmeli ve alternatiflerin kullanıcı gereksinimlerini ne ölçüde karşılayabileceği değerlendirilmelidir. Kullanıcıya en iyi hizmeti veren İSS seçim problemi, çok fazla kriter ile sözel değerlendirmelerde büyük oranda belirsizlik ve karmaşıklık içermektedir. Belirsizliklerin temel sebepleri; uygulamada tanımlanacak olan kelimelerin anlamlarının farklı kişilere göre farklı anlamlandırılabilmesi, uzman görüşlerinin farklı fikirlere sahip uzmanlardan elde edilebilmesi veya kullanılan verilerin karmaşık olabilemesidir [5, 6]. Bu çalışmada karar vermeyi oldukça zorlaştıran belirsizlik ve karmaşıklığın üstesinden, Zadeh [8] tarafından geliştirilen bulanık küme teorisi ile gelinmesi önerilmiştir.

Çalışma kapsamında bir ev kullanıcısının İSS seçim problemi ele alınmıştır. Fiber internet hizmeti almak isteyen ev kullanıcılarının (anne, baba ve çocuk) mevcut İSS'leri değerlendirmelerine ve seçim yapmalarına yönelik bir metodoloji önerilmiştir. Bu metodoloji doğrultusunda çalışmada sırası ile şu işlemler gerçekleştirilmiştir: (i) İSS alternatiflerinin değerlendirilmesinde dikkate alınan seçim kriterleri belirlenmiştir. (ii) Seçim kriterlerinin ağırlıkları (görelî önem dereceleri), karar vericilerden elde edilen tercih bilgisi, yani öznel bilgi kullanılarak Bulanık Sıra Toplam (BST), Bulanık Sıra Karşılıklı (BSK) ve Bulanık Sıra Ağırlık Merkezi (BSAM) olmak üzere üç farklı yöntem ile belirlenmiştir. (iii) Dikkate alınan ev kullanıcılarının kullanım amaçlarına karşılık gelen İSS alternatifleri belirlenmiştir. Kullanıcıların bulunduğu ortamda tüm alternatiflerin, fiber internet teknolojik altyapısı mevcuttur. (iv) Belirlenen İSS alternatifleri, bulanık MARCOS yöntemi ile sıralanmıştır. Böylece karar

vericilere pratik, bütünlük ve etkili bir bulanık karar değerlendirme metodolojisi sunulmuştur.

Bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri, bulanık MARCOS yöntemi ile birlikte İSS seçimi probleminin çözümünde ilk kez kullanılmaktadır. Literatürde İSS seçimine yönelik çalışmalar sınırlı sayıda olup yapılan bu çalışma ile bu boşluğun doldurulması amaçlanmıştır. Bu anlamda çalışma, İSS seçim kriterlerini belirleyen ve İSS'leri bu kriterler açısından değerlendiren ilk çalışmalardan olması açısından önemlidir. Bu çalışmada geçmiş çalışmalardan farklı olarak, İSS seçiminde bulanık küme teorisi ile belirsizliğin daha iyi modellenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan bulanık MARCOS yönteminin kapsamlı taraması yapılarak literatüre önemli bir katkıda bulunulmuştur. Ayrıca bu çalışma ile İSS'lerin Türkiye'deki ve diğer pazarlardaki potansiyeline ilişkin bir bilgi birikimi aktarılacağı düşünülmektedir. Çalışmanın bulguları, İSS seçiminde hem bireylere hem de kurumlara fayda sağlayacak niteliktedir.

Bu çalışma, şu şekilde düzenlenmiştir. İSS'ler ve seçim kriterleri ile ilgili literatür, ikinci bölümde incelenmiştir. Üçüncü bölümde ilk olarak bulanık küme teorisinin ana kavramları ve temel bulanık işlemler tanımlanmıştır. Daha sonra bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ve bulanık MARCOS yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde bir İSS seçim problemi ele alınarak bir ev kullanıcısına yönelik gerçek durum incelemesi ve karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Literatürde İSS'ler ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir: Erelles vd. [9]'nin İSS'lerin tüketici memnuniyetine yönelik yaptıkları çalışmada; yanıt süresi, teknik destek, fiyat, ödeme yöntemi, hizmetin duyarlılığı, banner reklamlar, yazılımın kullanıcı dostu olması, yazılım kurulum kolaylığı olmak üzere sekiz kriter dikkate alınmıştır. Yapılan faktör analizi sonuçları, müşterinin İSS seçiminde belirleyici olan üç stratejik boyutun "müşteri hizmeti", "kullanım kolaylığı" ve "fiyatlandırma" olduğunu ve hizmet personelinin teknik desteği ve yanıt verme süresi dahil olmak üzere müşteri hizmetlerinin, İSS seçiminde önemli olduğunu göstermiştir. Chiou [10], İSS sektöründe algılanılan değer, algılanılan güven, gelecek beklentisi vb. değişkenlerin müşteri memnuniyeti ve sadakati ile ilişkisini incelemiş, gelecek beklentisi dışındaki tüm değişkenlerin müşteri sadakati ile ilişkilerini anlamlı bulmuştur. Kim vd. [11], yaptıkları çalışmada hızlı internet hizmetinin, müşteri bağlılığı ve memnuniyeti ile ilişkisine değinmiştir. Sanchez-Franco vd. [12], cinsiyetin İSS'lere yönelik memnuniyet, güven ve bağlılığa dayalı ilişki kalitesi ve sadakat üzerindeki denetleyici etkisi üzerine bir çalışma yapmıştır. Magin vd. [13], İSS sektöründe müşteri sadakati konusunda

araştırma yapmıştır. Çalışmada, müşteri sadakatinin temel belirleyicileri olarak müşteri memnuniyetinin yanı sıra değişim engelleri, rakip ürün ve hizmetlerin çekiciliği, müşterinin çeşitlilik arayışı ve marka kişiliği arasındaki ilişkiler incelenerek bir Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) sunulmuştur. Dwivedi vd. [14], hem hizmet kalitesinin hem de ikincil etkinin, tüketicilerin mevcut İSS'yi değiştirmeye yönelik davranışsal niyetleriyle önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiştir. Hizmet kalitesi; internet erişim hızı, güvenlik önlemleri ve gerektiğinde tüketicilere müşteri ve/veya teknik destek; ikincil etkiler ise geniş bant internet hizmetlerine abone olmak ve bunları kullanmak veya abone olmamak için televizyondaki reklamlar, haberler ve gazeteler gibi ikincil kaynaklardan alınan bilgilerin algılanan etkisi olarak tanımlanmıştır. Bulgular, geniş bant tüketicilerinin hız ve genel hizmet kalitesi açısından hizmet kalitesi algısının dar bant tüketicilerine göre çok daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak güvenlik önlemleri ile teknik ve servis desteğinin sağlanması açısından iki grup arasındaki fark, çok az çıkmıştır. İkincil etki açısından, gazete reklamcılığının TV ve radyodan daha az etkili olduğu tespit edilmiştir. Karakaş Geyik ve Gökçen [7], Türkiye'de İSS sektöründe müşteri sadakati ve bileşenleri arasındaki ilişkileri, YEM ile analiz etmiştir. Thaichon vd. [15], bir İSS için ilgili hizmet kalitesi kriterlerini belirlemiş; bir İSS müşterisinin değeri, güveni ve bağlılığı üzerindeki etkilerini değerlendirmiş; farklı pazar bölümlerinin hizmet algılarını araştırmıştır. Karakaş Geyik [16], üniversite öğrencilerinin İSS tercihleri ile belirlenen değişkenler (firma tipi, abonelik tipi, abonelik süresi, taahhüt durumu, internette geçirdikleri süre), İSS tercih nedenleri ve genel internet kullanım alışkanlıklarına yönelik bulgular elde etmiştir. Quach vd. [17], bir İSS'nin hizmet kalitesi kriterlerini ve müşterinin hem müşterilerin davranışsal niyetleri arasındaki ilişkiyi araştırmak, İSS müşterilerinin internet kullanım modellerinin İSS'nin hizmet kalitesi kriterlerine ilişkin algıları üzerindeki etkisini araştırmak için bir çalışma yapmıştır. Bulgular, İSS'ler için temel hizmet kalitesi kriterlerinin ağ kalitesi, müşteri hizmetleri, bilgi kalitesi ve gizlilik olduğunu ortaya koymuştur. Şentürk ve Alp [19], mobil operatör ve sabit genişbant İSS tercihlerinin analizini Markov Zinciri yöntemi ile yapmıştır. Joudeh ve Dandis [20], internet hizmet kalitesinin müşteri memnuniyeti üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve bunun da müşteri sadakat düzeyini etkileyebileceğini göstermiştir. Ahmed vd. [21], güvenilir bir İSS seçmek için yeterlilik, isteklilik, kullanılabilirlik, zamanındalık ve dürüstlük kriterlerini dikkate alarak entropi tabanlı bulanık AHP yöntemini kullanmıştır. Yıldız [22], Türkiye'de, İSS'lerden hizmet satın alan tüketiciler üzerine müşteri vatandaşlığı davranışlarının müşteri ilgisi ve algılanan müşteri değeri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Doğrul ve Kadioğlu [23], İSS sektöründe firma imajı, hizmet kalitesi, değiştirme maliyeti değişkenlerinin müşteri sadakati üzerinde pozitif etkisinin olduğunu YEM ile tespit etmiştir. Yapılan

detaylı literatür taraması sonucunda İSS seçimi için kullanılan kriterler, Çizelge 1'de özetlenmiştir.

İSS seçimini etkileyen kriterlerin detaylarına bakıldığında kullanıcılar, İSS'lerin hizmet kalitesine göre bir seçim yapar. İSS sektöründe hizmet kalitesinin en önemli belirleyicisi, bağlantı sorunlarıdır. Bağlantı kalitesi, sinyallerin netliği ve internet hızı dahil olmak üzere ağ kalitesi, temel kalite özellikleri olarak kabul edilir [17]. Kullanıcılar, film izlerken internet nedeniyle filmin donmasının, internet arızasının günlük faaliyetlerini etkileyen bilgi alışverişi kaybına ve hatta finansal ve duygusal maliyetlere yol açacağını belirtmişlerdir. İnternetin kullanılabilirliği (indirme ve yükleme hızı, kesintisiz bağlantı, ağ sinyalinin kalitesi ve gücü, hata sayısı), İSS'nin genel hizmet kalitesinin en önemli yönüdür. Hız ve fiyat gibi özellikler, sezgisel olarak müşteri memnuniyetinde ve müşteriye elde tutmada önemli bir rol oynuyor gibi görünse de diğer kriterleri de dikkate almak gerekir [9]. İnternet hızında herhangi bir fark olmasa da İSS'leri birbirinden ayıran farklı kriterler vardır. Müşteri hizmetleri, satış sonrası hizmet ve teknik destek, özellikle internet ile ilgili teknik sorunlar durumunda çok önemlidir. Kullanıcılar, bir hizmet arızasının ardından İSS'den hızlı ve makul bir yanıt almak ister. İSS çalışanlarının (müşteri hizmetleri veya teknik destek personeli) yaklaşımı, problem çözme kabiliyeti ve istekliliği, teknik destek (yardım ve bilgisi), müşteri ihtiyaçlarına cevap vermedeki yetkinlik düzeyi nedeniyle kullanıcılar, daha iyi bilgi veren ve daha fazla self servis sağlayan bir İSS'yi tercih eder. Gizlilik (mahremiyet) ve güvenlik, önemli bir diğer kriterdir. Genellikle yüksek teknoloji hizmetleri müşterilerinin endişesi olan gizlilik, kişisel verilerinin elde edilme ve kullanılma şekli ile ilgilidir. Benzer şekilde güvenlik, bir müşterinin ödeme yöntemleri ve gizli bilgilerin depolanması, iletilmesi ve zararlı saldırılardan korunma sistemleri de dahil olmak üzere tüm çevrimiçi işlemleri güvenli olarak algılaması anlamına gelir. İSS'ler, ağlarına giren ve çıkan trafiği gözlemler ve yönetir, böylece şüpheli trafik artışlarını tespit edebilir ve sonuç olarak zararlı faaliyetleri durdurabilir veya müşterilerine zamanında bildirimde bulunabilir. Bilgi kalitesi, İSS'ler tarafından verilen bilgilerin doğruluğunu, eksiksizliğini, sunumunu ve biçimini ifade eden, hizmet kalitesinin önemli bir bileşeni olarak kabul edilir [15]. İlgili, güncel, doğru ve güvenilir bilgiler, kullanıcıların etkili karar vermesine yardımcı olur [17]. İSS'ler, temel internet hizmeti yanısıra ses ve belirli video türleri gibi düşük bit oranlı akış içeriği veya yüksek çözünürlüklü televizyon gibi yüksek bit hızlı akış içeriği gibi ya da hediye modem vb. cihaz hizmetleri gibi ek hizmetler de sunar [24].

Çizelge 1. İSS seçim problemlerinde dikkate alınan kriterler (Criteria considered in ISP selection problems)

Yazar(lar)	Kriterler
Karakaş Geyik ve Gökçen [7]	Kurumsal imaj, güven, müşteri beklentileri, müşteri şikâyetleri yönetimi, hizmet kalitesi, değiştirme maliyeti ve fiyat algısı
Erevelles vd. [9]	Yanıt süresi, teknik destek, fiyat, hizmetin duyarlılığı, banner reklamlar, yazılım kurulum kolaylığı, yazılımın kullanıcı dostu olması
Dwivedi vd. [14]	Hizmet kalitesi: internet erişim hızı, güvenlik önlemleri, müşteri/teknik destek ikincil etki: TV ve radyo reklamcılığı, gazete reklamları
Thaichon vd. [15]	Ağ kalitesi, müşteri hizmetleri ve teknik destek, bilgi kalitesi, güvenlik ve gizlilik
Karakaş Geyik [16]	Bağlantı kalitesi, tarife ve kampanya çeşitliliği, fiyat avantajı, diğer ek hizmetler
Quach vd. [17]	Ağ kalitesi, müşteri hizmeti ve teknik destek, bilgi kalitesi, web sitesi bilgi desteği, güvenlik ve gizlilik
Quach vd. [18]	Ağ kalitesi, müşteri hizmetleri, bilgi kalitesi ve gizlilik
Joudeh ve Dandis [20]	İnternet hizmeti, fiyatlar, çalışanlar, fiziksel kanıtlar
Ahmed vd. [21]	Yeterlilik, isteklilik, elverişlilik, zaman çizelgeleri, dürüstlük
Doğrul ve Kadioğlu [23]	Firma imajı, hizmet kalitesi, değiştirme maliyeti

3. METODOLOJİ (METHODOLOGY)

3.1. Bulanık Küme Teorisi (Fuzzy Set Theory)

Bulanık küme teorisi, ilk olarak Zadeh [8] tarafından ortaya atılmıştır. Bulanık bir küme, klasik bir kümenin bir uzantısı olarak tanımlanır. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, bulanık bir A kümesinin (\tilde{A}) üyelik fonksiyonunu gösterir ve $[0,1]$ reel sayılar aralığında değer alır. Bir problemdeki belirsiz bilgi veya karar vericilerin belirsiz yargıları, bulanık bir sayı ile temsil edilir. Bir bulanık sayı \tilde{A} , dışbükey, normalleştirilmiş, sınırlı-süreklili üyelik fonksiyonuna sahip olan ve R gerçel sayılarda tanımlanmış bir bulanık küme olarak ifade edilir. Bu çalışmada karar vericiler tarafından ifade edilen görüşler, üçgen bulanık sayılar ile temsil edilmiştir. Üçgen bulanık sayılar, temsillerin sezgisel ve kullanımının kolay olması bakımından tercih edilmiştir. a_1 , a_2 ve a_3 olmak üzere üç parametre ile tanımlanan bir üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu şu şekildedir [25]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ (x - a_1) / (a_2 - a_1), & a_1 < x < a_2 \\ (a_3 - x) / (a_3 - a_2), & a_2 < x < a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (1)$$

$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ gibi herhangi iki üçgen bulanık sayı için bazı temel işlemler şöyledir [25]:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (2)$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (3)$$

$$\tilde{A} \times r = (a_1r, a_2r, a_3r); r \text{ pozitif bir gerçel sayı} \quad (4)$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = (a_1b_1, a_2b_2, a_3b_3) \quad (5)$$

$$\tilde{A} \div \tilde{B} = (a_1 \div b_3, a_2 \div b_2, a_3 \div b_1) \quad (6)$$

Durulaştırma, bulanık sayıyı kesin bir sayıya dönüştürmek için gerçekleştirilen bir işlemdir. Bu çalışmada üçgen bir bulanık sayı $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ 'nın durulaşmış değeri $R(\tilde{A})$, Eşitlik (7)'deki gibi hesaplanır [26]:

$$R(\tilde{A}) = \frac{a_1 + 4a_2 + a_3}{6} \quad (7)$$

3.2. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması: BST, BSK ve BSAM Yöntemleri (Calculation of Criteria Weights: FRS, FRR and FROC Methods)

ÇKKV problemlerinde farklı kriter ağırlıkları, karar alternatiflerinin sıralamasında dolayısıyla nihai değerlendirme sonucu üzerinde büyük etkiye sahiptir. Literatürde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde birçok yöntem önerilmiştir. Bu çalışmada, öznel kriter ağırlığı belirleme yöntemi üzerinde durulmuştur. Öznel kriter ağırlığı belirleme yöntemlerinden biri, kriterleri sıralamak ve elde edilen sıralamayı sayısal değerlere dönüştürmektir. Sıralama ağırlıklandırma olarak adlandırılan bu yöntemler, karar vericiler tarafından kriterlerin sıralama bilgisi bilindiğinde kriterlerin tahmini ağırlıklarının hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. Bu yöntemlerde genel olarak şu adımlar takip edilmektedir [27]:

Adım 1: Sonlu bir n kriter kümesi olan ÇKKV probleminde $C_j = (C_1, C_2, \dots, C_n)$ 'in kriter kümesini gösterdiği varsayalım. Ayrıca ağırlıkların her kriterin görece önemini yansıttığı ve toplamlarını 1'e eşitleyerek normalize edildiği varsayalım. İlk olarak sıraların ağırlıklarla ters orantılı olduğu n öncelikli (sıralı) kriter listesi elde edilir. Başka bir deyişle en önemli kritere 1. sıra, ikinci önemli kritere 2. sıra, ..., p . önemli kritere p . sıra ve en az önemli kritere n . sıra verilir.

Dolayısıyla en önemli kriterin ağırlığı; ağırlıkların sıralamasında 1. sırada, ikinci önemli kriterin ağırlığı 2. sırada, p . önemli kriterin ağırlığı p . sırada ve en az önemli kriterin ağırlığı ise n . yani son sırada olacaktır. Bu durum Eşitlik (8)'de gösterilmiştir.

$$w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_p \geq \dots \geq w_n \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

burada p , p . kriterin sıralaması ve w_1 , C_1 kriterinin ağırlığını göstermektedir.

Adım 2: Kriterler, sıralamalarına göre ağırlıklandırılır. Bu ağırlıklar, kriter sırasının ve toplam kriter sayısının matematiksel bir fonksiyonu olarak ifade edilir. Stillwell vd. (1981), Sıra Toplam (ST), Sıra Karşılıklı (SK) ve Sıra Üs (SÜ) ağırlıkları olmak üzere üç fonksiyon; Solyosi ve Dompri (1985) ve Barron (1992), Sıra Ağırlık Merkezi (SAM) ağırlık fonksiyonunu önermiştir. Literatürde bu ağırlık fonksiyonlarının karşılaştırmasını yapan birçok çalışma bulunmaktadır [27].

Sıralama ağırlık yöntemlerinde kriterlerin ağırlıklarının değerlendirilmesinde en önemli rol, karar vericiye aittir. Karar vericilerin yargıları; bilgi, beceri, deneyim, kişilik ve mevcut bilgilerine bağlı olup çoğu zaman belirsizdir ve pratikte ağırlıkları, tam olarak kesin sayısal değerlerle ifade edilemez. Kesin ağırlıkların ortaya çıkarılması mümkün olsa bile, muhtemelen zaman alıcı, zor ve bu nedenle pratik olmayacaktır. Birden fazla karar vericinin olduğu bu çalışmada, karar vermedeki belirsizliğin doğası nedeniyle kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için Roszkowska [28] tarafından önerilen üç farklı bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemi -Bulanık Sıra Toplam (BST), Bulanık Sıra Karşılıklı (BSK) ve Bulanık Sıra Ağırlık Merkezi (BSAM)- kullanılmıştır. Bu yöntemlerde uygulanacak adımlar şu şekilde özetlenebilir:

Adım 1: Kriterler, önemlerine göre Eşitlik (9)'da görüldüğü gibi sıralanır.

$$\tilde{w}_1 \geq \tilde{w}_2 \geq \dots \geq \tilde{w}_p \geq \dots \geq \tilde{w}_n \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Eşitlik (9)'da yer alan her bir bulanık sıra, Eşitlik (10)'da gösterildiği gibi pozitif üçgen bulanık sayılar ile temsil edilir:

$$\tilde{p} = (p - 0.5, p, p + 0.5) = \left(\frac{2p-1}{2}, p, \frac{2p+1}{2} \right) \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

En önemli kritere $\tilde{1}$. sıra, ikinci kritere $\tilde{2}$. sıra, ..., en az önemli kritere \tilde{n} . sıra verilir.

Adım 2: Kriterler, bulanık sıralamalarına göre ağırlıklandırılmakta ve ağırlıklandırma işlemi farklı yöntemler ile hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada sadece Bulanık Sıra Toplam (BST), Bulanık Sıra Karşılıklı (BSK) ve Bulanık Sıra Ağırlık Merkezi (BSAM) yöntemleri üzerinde durulmuş ve bu yöntemlere ilişkin formülasyonlar verilmiştir.

BST (Bulanık Sıra Toplam): Bu yöntemde sıra \tilde{p} , $n - \tilde{p} + 1 = (n - p + 0.5, n - p + 1, n - p + 1.5)$ bireysel ağırlık değerini alır ve Eşitlik (11) kullanılarak normalize edilir:

$$\tilde{w}_p(BST) = \left(\frac{\frac{n-p+0.5}{n-p+0.5+\sum_{j=1, j \neq p}^n (n-j+1.5)}, \frac{n-p+1}{\sum_{j=1}^n (n-j+1)}}{\frac{n-p+1.5}{n-k+1.5+\sum_{j=1, j \neq p}^n (n-j+0.5)}} \right) \quad (11)$$

burada \tilde{w}_p , p . sıradaki kriterin bulanık ağırlığını göstermektedir.

BSK (Bulanık Sıra Karşılıklı): Bu yöntem, bulanık sıraların çarpmaya göre tersini kullanır. Sıra \tilde{p} , $\tilde{p}^{-1} = \left(\frac{1}{p+0.5}, \frac{1}{p}, \frac{1}{p-0.5} \right)$ bireysel ağırlık değerini alır ve Eşitlik (12) kullanılarak normalize edilir:

$$\tilde{w}_p(BSK) = \left(\frac{\frac{\frac{1}{p+0.5}}{\frac{1}{p+0.5}+\sum_{j=1, j \neq p}^n \frac{1}{j-0.5}}, \frac{\frac{1}{p}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{j}}}{\frac{\frac{1}{p-0.5}}{\frac{1}{p-0.5}+\sum_{j=1, j \neq p}^n \frac{1}{j+0.5}}} \right) \quad (12)$$

BSAM (Bulanık Sıra Ağırlık Merkezi): Bu yöntemde sıra \tilde{p} , $\tilde{w}_p = \left(\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j+1}, \frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{1}{j}, \frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j-1} \right)$ bireysel ağırlık değerini alır ve BSAM ağırlıkları için Eşitlik (13) kullanılır:

$$\tilde{w}_p(BSAM) = \left(\frac{\frac{\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j+1}}{\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j+1} + \sum_{j=1, j \neq p}^n \left(\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j-1} \right)}, \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{1}{j}}{\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{1}{j} + \sum_{j=1, j \neq p}^n \left(\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j-1} \right)}, \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j-1}}{\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j-1} + \sum_{j=1, j \neq p}^n \left(\frac{1}{n} \sum_{j=p}^n \frac{2}{2j+1} \right)} \right) \quad (13)$$

Adım 3: Adım 1 ve Adım 2, problemdeki K tane karar vericinin ($k = 1, 2, \dots, K$) sıralama bilgisi ayrı ayrı dikkate alınarak uygulanır. Bu şekilde her bir kriterin bulanık ağırlığı (\tilde{w}_j), her karar verici için yöntemlerden herhangi biri ile hesaplanır. Ancak seçim sürecine devam edebilmek için karar vericilerden elde edilen farklı bulanık kriter ağırlıklarının bütünleştirilmesi yani birleştirilmesi gerekmektedir. Birleştirme işlemi, farklı yollarla gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada, birleştirme işlemi için Eşitlik (14) kullanılmıştır:

$$\tilde{w}_j = \sum_{k=1}^K w_k \tilde{w}_j^k = \left(\sum_{k=1}^K w_k a_j^k, \sum_{k=1}^K w_k b_j^k, \sum_{k=1}^K w_k c_j^k \right) \quad (j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, K) \quad (14)$$

Burada \tilde{w}_j , j . kriterin bütünsel bulanık ağırlığıdır. w_k , k . karar vericinin ağırlığı olup $\sum_{k=1}^K w_k = 1$ 'dir. \tilde{w}_j^k , k . karar verici tarafından belirlenen j . kriterin bulanık ağırlığıdır ve üçgen bulanık sayı, $\tilde{w}_j^k = (a_j^k, b_j^k, c_j^k)$ ile tanımlanmaktadır.

Bu yöntemlerde ağırlıkları belirlemek için dereceleri kullanmak, kriterlere doğrudan ağırlık atamaktan bazen daha güvenilirdir. Çünkü karar vericiler, genellikle belirli kriterlerin sıralamaları konusunda daha emin olup sıralamalar üzerinde daha kolay anlaşılabilir. Bu anlamda bu yöntemlerin en büyük avantajı, kriterlerin önemi hakkında yalnızca sıra bilgisine dayanması ve zaman kısıtı, kriterlerin niteliği, kesin olmayan, eksik bilgi veya kısmi bilgi, karar vericinin sınırlı bilgi işleme yeteneği gibi durumlarda etkin bir şekilde kullanılabilmesidir.

3.3. Alternatiflerin Sıralanması: Bulanık MARCOS Yöntemi (Ranking of Alternatives: Fuzzy MARCOS Method)

MARCOS (Measurement Alternatives and Ranking according to the COmpromise Solution) (Ölçüm Alternatifleri ve Uzlaşık Çözümüne Göre Sıralama) yöntemi, çok yeni bir ÇKKV yöntemi olup Stević vd. [29] tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, alternatifler ile referans değerler (ideal ve ideal olmayan alternatifler) arasındaki ilişkiyi dikkate alır. Bu ilişkiye dayanarak alternatiflerin fayda fonksiyonları belirlenir ve uzlaşık sıralama, ideal ve ideal olmayan çözümlere ilişkin olarak yapılır. Karar tercihleri, fayda fonksiyonlarına dayanarak tanımlanır. Fayda fonksiyonları, ideal ve ideal olmayan bir çözüm ile ilgili olarak bir alternatifin konumunu temsil eder. En iyi alternatif, ideal alternatife en yakın ve aynı zamanda ideal olmayan alternatiften en uzak olanıdır. Yeni bir yöntem olduğu için literatürde bu yöntemle ilgili çalışma sayısı azdır. Bunlar, Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Stanković vd. [34] tarafından geliştirilen bulanık MARCOS yöntemi; MARCOS yönteminden farklı olarak kesin referans değerleri yerine bulanık ideal ve bulanık ideal olmayan referans değerleri tanımlar. Alternatifler ile bulanık referans değerleri arasındaki ilişkiyi belirler ve ayrıca bunları sıralamak için bulanık ideal ve bulanık ideal olmayan çözümlerle ilgili alternatiflerin fayda derecesini tanımlar. Bu yöntemin adımları şu şekildedir:

Adım 1: Problemden m alternatif A_i ($i = 1, 2, \dots, m$), n kriter C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) ve K karar verici KVK ($k = 1, 2, \dots, K$) olduğu varsayalım. Çeşitli kriterlere göre farklı alternatiflerin bulanık performansını gösteren bulanık karar matrisi \tilde{X}^k , k . karar verici tarafından oluşturulur. Bu çalışmada karar vericilere, alternatifleri kriterlere göre değerlendirmek için Çizelge 3’te gösterilen Santos ve Camargo [41]’un beşli ölçekteki dilsel değişkenleri kullanmaları önerilmiştir. Dilsel değişkenler ile doğrudan matematiksel işlem yapılamayacağı için her dilsel değişken, kendi anlamını karakterize eden bulanık bir sayı ile ilişkilendirilmiştir.

$$\tilde{X}^k = [\tilde{x}_{ij}^k]_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^k & \dots & \tilde{x}_{1n}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1}^k & \dots & \tilde{x}_{mn}^k \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, K) \quad (15)$$

\tilde{x}_{ij}^k , k . karar vericinin j . kriter altında i . alternatifin bulanık performans değerini gösterir ve üçgen bulanık sayılar $\tilde{x}_{ij}^k = (a_{ij}^k, b_{ij}^k, c_{ij}^k)$ ile tanımlanır. Bulanık MARCOS yöntemine devam etmek için farklı karar matrislerinin birleştirilmesi ve grup karar matrisinin oluşturulması gerekir. Grup karar matrisi (\tilde{X})’nin elemanlarını bulmak için Eşitlik (17) uygulanır ve şu şekilde oluşturulur:

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (16)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \sum_{k=1}^K w_k \tilde{x}_{ij}^k = \left(\sum_{k=1}^K w_k a_{ij}^k, \sum_{k=1}^K w_k b_{ij}^k, \sum_{k=1}^K w_k c_{ij}^k \right) \quad (k=1, 2, \dots, K) \quad (17)$$

\tilde{x}_{ij} , i . alternatifin j . kriterdeki bütünlüklük bulanık performans değerini gösterir, $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve w_k , k . karar vericinin ağırlığıdır.

Adım 2: İdeal $\tilde{A}(ID)$ ve ideal olmayan $\tilde{A}(AID)$ çözümler eklenerek genişletilmiş bir bulanık grup karar matrisi oluşturulur. En iyi ve en kötü özelliklere sahip alternatif, sırasıyla ideal çözüm ve ideal olmayan çözüm olarak adlandırılır.

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{(m+1) \times (n+1)} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{AID1} & \dots & \tilde{x}_{AIDn} \\ \tilde{x}_{11} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \dots & \tilde{x}_{mn} \\ \tilde{x}_{ID1} & \dots & \tilde{x}_{IDn} \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (18)$$

$\tilde{A}(ID)$ ve $\tilde{A}(AID)$ çözümleri belirlenirken maksimizasyon kriteri ve minimizasyon kriteri için sırasıyla Eşitlik (19a) ve Eşitlik (19b) dikkate alınır:

$$\tilde{A}(ID) = \max_i \tilde{x}_{ij} \text{ ve } \tilde{A}(AID) = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad (19a)$$

$$\tilde{A}(ID) = \min_i \tilde{x}_{ij} \text{ ve } \tilde{A}(AID) = \max_i \tilde{x}_{ij} \quad (19b)$$

Adım 3: Bulanık normalize edilmiş karar matrisi (\tilde{N}) belirlenir. Maksimizasyon ve minimizasyon kriterleri sırasıyla Eşitlik (21a) ve Eşitlik (21b) kullanılarak normalize edilir.

$$\tilde{N} = [\tilde{n}_{ij}]_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (20)$$

$$\tilde{n}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad (21a)$$

$$\tilde{n}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad (21b)$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (22)$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (23)$$

\tilde{n}_{ij} , normalize edilmiş bulanık performans değerlerini gösterir.

Adım 4: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi \tilde{R} hesaplanır.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (24)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \tilde{w}_j \tilde{n}_{ij} \quad (25)$$

\tilde{r}_{ij} , ağırlıklı normalize edilmiş bulanık performans değerlerini ve \tilde{w}_j ($0 < \tilde{w}_j < 1$), j . kriterin ağırlığını gösterir.

Adım 5: Her alternatifin fayda derecesi (\tilde{K}_i), Eşitlik (26a) ve (26b) ile hesaplanır.

$$\tilde{K}_i^- = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{AID}} \quad (26a)$$

$$\tilde{K}_i^+ = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{ID}} \quad (26b)$$

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (27)$$

Çizelge 2. MARCOS çalışmaları (MARCOS studies)

Belirli Ortamda Karar Verme Problemleri			
Yöntem	Yazarlar	Birlikte Kullanılan Yöntemler	Uygulama Alanları
MARCOS	Stević vd. [29]	Sübjektif ağırlıklandırma	Sağlık sektöründe sürdürülebilir tedarikçi seçimi
	Puşka vd. [30]	Sübjektif ağırlıklandırma	Proje yönetiminde yazılım seçimi
	Stević ve Brković [31]	FUCOM	Lojistikte personel seçimi
	Ulutaş vd. [32]	Korelasyon katsayıları ve standart sapma, ITARA	Lojistik sisteminde parça seçimi
	Badi ve Pamucar [33]	Gri sayılara dayanan sübjektif ağırlıklandırma	Çelik üretim şirketi için tedarikçi seçimi
Belirsiz Ortamda Karar Verme Problemleri			
Yöntem	Yazarlar	Birlikte Kullanılan Yöntemler	Uygulama Alanları
Bulanık MARCOS	Stanković vd. [34]	Bulanık PIPRECIA	Ana cadde üzerinde bulunan farklı bölgelerin, trafik riski bakımından sıralanması
	Mitrović Simić vd. [35]	CRITIC, Bulanık FUCOM, VZA	Ana cadde üzerinde bulunan farklı bölgelerin, trafik güvenliği bakımından sıralanması
	Puşka vd. [36]	Sübjektif ağırlıklandırma	Sürdürülebilir tedarikçi seçimi
	Puşka vd. [37]	FUCOM	Kırsal turizm potansiyelinin belirlenmesi probleminde bölgedeki kırsal yerleşim alternatiflerinin sıralanması
	Blagojević vd. [38]	Bulanık FUCOM, Bulanık PIPRECIA	Sürdürülebilir trafik yönetiminde tren yolu geçişlerindeki güvenlik derecesinin belirlenmesi
	Boral vd. [39]	Bulanık AHP	Hata Türü ve Etkileri Analizinde hataların risklerine göre sıralanması
D-MARCOS	Chattopadhyay vd. [40]	Sübjektif ağırlıklandırma	Demir çelik endüstrisinde tedarikçi seçimi

Adım 6: Her alternatifin hem ideal hem de ideal olmayan çözümleri açısından toplam fayda derecesi (\tilde{T}_i), Eşitlik (28) ile hesaplanır.

$$\tilde{T}_i = \tilde{K}_i^- + \tilde{K}_i^+ \quad (28)$$

Toplam fayda derecelerinin yeni bir bulanık temsili değeri ise şu şekilde bulunur:

$$\tilde{R}_i = \max_i \tilde{T}_i \quad (29)$$

Daha sonra \tilde{R}_i , Eşitlik (7) kullanılarak durulaştırılır ve kesin değer R_i bulunur.

Adım 7: İdeal ve ideal olmayan çözümler ile ilişkili fayda fonksiyonları, sırasıyla Eşitlik (30a) ve Eşitlik (30b) ile hesaplanır.

$$f(\tilde{K}_i^+) = \frac{\tilde{K}_i^-}{R_i} \quad (30a)$$

$$f(\tilde{K}_i^-) = \frac{\tilde{K}_i^+}{R_i} \quad (30b)$$

Adım 8: Her bir alternatifin toplam faydası $f(K_i)$ hesaplanır.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (31)$$

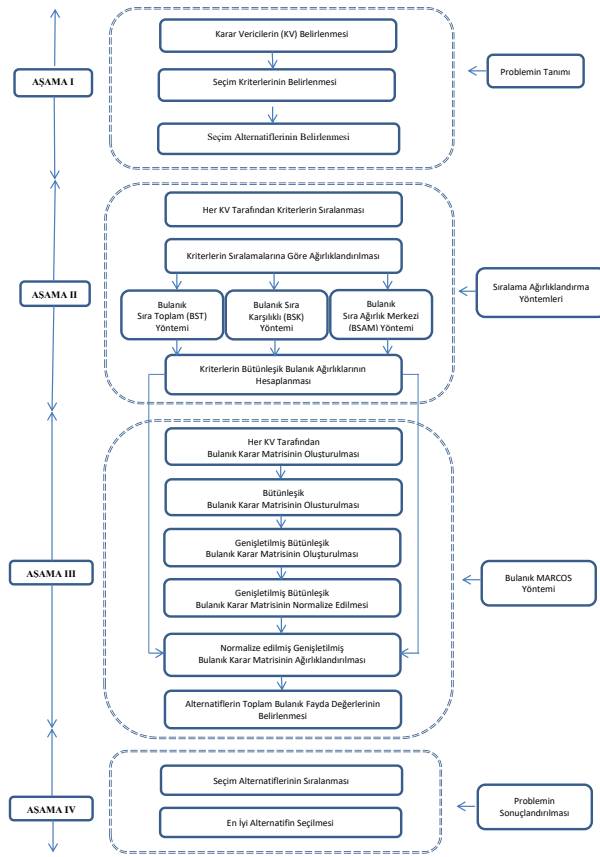
Eşitlik (31)'de K_i^+ , K_i^- , $f(K_i^+)$ ve $f(K_i^-)$, sırasıyla \tilde{K}_i^+ , \tilde{K}_i^- , $f(\tilde{K}_i^+)$ ve $f(\tilde{K}_i^-)$ 'nin durulaştırılmış değerleridir. Her bir alternatifin toplam faydası, $f(K_i)$, her alternatifin nihai değerlendirme puanı olarak kullanılır. En yüksek toplam fayda değerine sahip alternatif, alternatifler arasında en iyi seçimdir.

Çizelge 3. Alternatiflerin performans değerlendirmeleri için dilsel değişkenler (Linguistic variables for performance evaluations of alternatives)

Dilsel değişken	Uygun üçgen bulanık sayı
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 0.25)
Düşük (D)	(0, 0.25, 0.5)
Orta (O)	(0.25, 0.5, 0.75)
Yüksek (Y)	(0.5, 0.75, 1)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.75, 1, 1)

4. UYGULAMA (APPLICATON)

Salgın nedeniyle zorunlu olarak evlerde kalınan süre zarfında internet; iletişim, bilgiye erişim ve bilgi paylaşımı anlamında bireylerin günlük yaşamlarının vazgeçilmez haline gelmiştir. TÜİK verileri 2020 yılı hane halkı bilişim teknolojileri kullanım araştırması sonuçlarına bakıldığında; hanelerin yüzde % 90,7'sinin evden internet erişimine sahip olduğu, bu oranın bir önceki yıl % 88,3 olduğu gözlenmiştir [42]. Bu çalışmada, hızla artan İSS'lerin farklı internet paketleri, hizmetleri, modemleri ve fiyat tarifeleri nedeniyle ev kullanıcılarının oldukça karmaşıklaşan İSS seçim süreci için bir karar destek sistemi önerilmiştir. Önerilen sisteminin genel yapısı, Şekil 1'de özetlenmiştir. Ayrıca gerçek bir vaka çalışması ile bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile bulanık MARCOS yönteminin bütünleşik olarak İSS değerlendirme ve seçim probleminin çözümünde uygulanabilirliği gösterilmiştir.



Şekil 1. İSS seçimi için önerilen metodoloji (Proposed methodology for ISP selection)

Doğru İSS'yi seçebilmek için öncelikle internetin çoğunlukla hangi amaçla kullanılacağı ve bu amaca yönelik ihtiyacın ne olduğunu belirlemek gerekir. En iyi İSS, kullanıcıların isteklerini karşılama göre değişmekte ve isteklere karşılık gelen kriterlere göre İSS'ler değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmada kriterlerin ağırlıkları, bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile hesaplanırken, alternatiflerin

değerlendirilmesi ise bulanık MARCOS yöntemi ile yapılmıştır. Yöntemlerin bulanık uzantıları, seçim problemlerinin karmaşıklığı ve problemlerde birbirleriyle çelişen nicel ve nitel kriterlerin bulunması nedeniyle tercih edilmiştir.

Ele alınan vaka çalışmasında anne, baba ve çocukta oluşan çekirdek aile, kendilerine en uygun İSS'yi aramaktadır. Çalışmaya katılan üç karar vericinin - anne (KV₁), baba (KV₂) ve çocuk (KV₃) - her birine eşit ağırlık verilmiş ve grup kararı elde edilmiştir. Öncelikle aile bireylerinin İSS seçimini etkileyen kriterler, karar vericiler ve ilgili literatür dikkate alınarak belirlenmiştir. Değerlendirme sürecinde 6 kriter; fiyat algısı (C₁, beklentilere göre ödenen fiyatın uygunluğu); bağlantı kalitesi (C₂, sinyallerin gücü ve netliği, erişim kolaylığı, güçlü ve kesintisiz bağlantı, yoğun zamanlarda bağlantı hızını koruma); müşteri hizmetleri ve teknik destek (C₃, İSS çalışanlarının yaklaşımı, problem çözme kabiliyeti ve istekliliği, teknik yardım ve bilgisi, internet servis kurulumundaki basitlik, bilgilendirici bir web sitesi desteği, kurulum sonrası sorunlarının giderilmesi ve onarım ile ilgili sağlanan hizmet); güvenilirlik (C₄, sunulan bilgilerin güvenilir olması, İSS'nin müşteri bilgilerini güvende tutma yeteneği, kurumsal imaj, teknolojiyi takip etmesi, müşteriler tarafından kolay ulaşılabilişliği, dürüstlüğü); kampanyalar (C₅, ödeme koşulları, paketler, taahhütler, belirli kullanıcılara özel indirimler, ücretsiz hizmetler, hediye modem vb. cihazlar); ve ek hizmetler (C₆, uydu alıcı, ev telefonu hizmeti, eğitim, spor, eğlence hizmetleri, web alanı ve e-mail hizmet imkanı, TV, telefon paketleri)dir. Bu kriterlerden C₁ minimizasyon kriteri iken, diğerleri maksimizasyon kriterleridir. Tüm mevcut İSS'ler incelendikten sonra, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun verileri dikkate alınarak [43] 6 alternatif TNet (A₁), Superonline (A₂), Vodafone Net (A₃), D-Smart (A₄), Turknet (A₅) ve Millenicom (A₆) belirlenmiştir. Çalışmaya ilişkin ek bilgiler ise şu şekildedir: i) Uygulamaya konu olan ev kullanıcıları, limitsiz fiber internet kullanmak istemektedir. ii) İkamet edilen bölgede fiber altyapısı mevcut olup altyapı sorunu yoktur. Çalışmada ilk olarak, kriter ağırlıkları belirlenmiştir. İnternet kullanım amacına göre ihtiyaçlar, her KV için farklıdır. Dolayısıyla KV'lerin her bir kriter vermiş oldukları önem dereceleri farklı olup kriter sıralamaları şu şekildedir:

$$KV_1: \tilde{w}_1 \geq \tilde{w}_3 \geq \tilde{w}_4 \geq \tilde{w}_5 \geq \tilde{w}_2 \geq \tilde{w}_6$$

$$KV_2: \tilde{w}_6 \geq \tilde{w}_4 \geq \tilde{w}_2 \geq \tilde{w}_3 \geq \tilde{w}_1 \geq \tilde{w}_5$$

$$KV_3: \tilde{w}_2 \geq \tilde{w}_5 \geq \tilde{w}_6 \geq \tilde{w}_3 \geq \tilde{w}_4 \geq \tilde{w}_1$$

Bu sıralamalar, üç farklı bulanık ağırlık sıralama yöntemine göre (BST, BSK ve BSAM) altı kriter için Eşitlik (11)-(13) kullanılarak bulanık kriter ağırlıklarına dönüştürülmüştür. Bu çalışmada, seçim sürecine katılan KV'lerin ağırlıklarının eşit olduğu varsayılmıştır ve her bir KV'nin bulanık kriter ağırlıkları Eşitlik (14) ile birleştirilerek Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Kriterlerin bütünlük bulanık ağırlıkları (Integrated fuzzy weights of criteria)

	BST	BSK	BSAM
\tilde{w}_1	(0.12, 0.14, 0.21)	(0.12, 0.19, 0.27)	(0.13, 0.17, 0.22)
\tilde{w}_2	(0.16, 0.19, 0.26)	(0.13, 0.21, 0.31)	(0.16, 0.21, 0.28)
\tilde{w}_3	(0.15, 0.17, 0.25)	(0.08, 0.14, 0.20)	(0.10, 0.15, 0.19)
\tilde{w}_4	(0.15, 0.17, 0.25)	(0.08, 0.14, 0.21)	(0.11, 0.15, 0.20)
\tilde{w}_5	(0.12, 0.14, 0.21)	(0.07, 0.12, 0.18)	(0.09, 0.12, 0.16)
\tilde{w}_6	(0.14, 0.17, 0.24)	(0.13, 0.20, 0.30)	(0.15, 0.20, 0.26)

Çizelge 4'e bakıldığında her 3 yöntemle göre en yüksek ağırlığa sahip kriter, bağlantı kalitesidir. Müşteri hizmetleri ve teknik destek, güvenilirlik ve ek hizmetler, bağlantı kalitesinden sonra gelmektedir. En düşük ağırlığa sahip olan kriter ise BST yöntemine göre, fiyat algısı ve kampanyalar; BSK ve BSAM yöntemlerine göre ise sadece kampanyalardır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından, İSS alternatiflerinin sıralamasının bulanık MARCOS yöntemi ile elde edilebilmesi için her bir KV'den alternatifleri, kriterler bazında değerlendirmesi istenmiştir. Bu değerlendirmelerde Çizelge 3'te verilen dilsel değişkenler kullanılmıştır. Yapılan dilsel değerlendirmeler, Çizelge 5'te gösterilmiştir. Üçgen bulanık sayılar olarak ifade edilen her bir KV'ye ait üç farklı karar matrisi, KV'lerin ağırlıkları göz önünde bulundurularak ve Eşitlik (17) kullanılarak tek bir karar matrisine dönüştürülmüştür. Daha sonra ideal ve ideal olmayan çözümler belirlenerek Çizelge 6'da gösterilen

genişletilmiş bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Genişletilmiş bulanık karar matrisi, Eşitlik (19a) ve (19b) kullanılarak normalize edilmiş ve Çizelge 4'teki BST kriter ağırlıkları kullanılarak Çizelge 7'de gösterilen ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Çizelge 8'de her alternatifin Eşitlik (26a) ve (26b) ile hesaplanan fayda derecesi (\tilde{K}_i), Eşitlik (28) ile hesaplanan toplam fayda derecesi (\tilde{T}_i), Eşitlik (30a) ve (30b) ile hesaplanan fayda fonksiyonları $f(\tilde{K}_i)$ verilmiştir. Daha sonra Çizelge 4'teki BSK ve BSAM kriter ağırlıkları kullanılarak elde edilen diğer ağırlıklı bulanık karar matrisleri ile aynı işlemler tekrarlanmıştır. Son olarak Çizelge 9'da alternatifler, Eşitlik (31) ile hesaplanan toplam fayda $f(K_i)$ değerlerine göre sıralanmıştır. Sıralamalarda çok büyük bir değişiklik olmayıp BST ağırlık yöntemine göre A_2 ; BSK ve BSAM ağırlık yöntemlerine göre ise A_3 en iyi alternatif olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5. İSS alternatiflerinin kriterlere göre performansları (Performances of ISP alternatives according to criteria)

	KV ₁						KV ₂						KV ₃					
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
A ₁	ÇY	O	Y	ÇY	ÇY	ÇY	Y	Y	D	O	Y	Y	Y	O	O	D	Y	Y
A ₂	ÇY	O	ÇY	Y	Y	Y	Y	ÇY	Y	Y	O	Y	O	Y	ÇY	ÇY	ÇY	Y
A ₃	D	O	Y	Y	ÇY	Y	D	Y	Y	O	ÇY	Y	Y	O	Y	Y	ÇY	O
A ₄	Y	O	ÇY	Y	Y	Y	O	Y	ÇY	Y	Y	ÇY	Y	O	Y	ÇY	Y	Y
A ₅	O	ÇY	Y	O	O	O	O	Y	O	O	Y	ÇD	O	Y	D	O	Y	D
A ₆	O	Y	O	D	ÇD	O	O	Y	D	D	O	ÇD	O	O	O	ÇD	O	D

Çizelge 6. Genişletilmiş bulanık grup karar matrisi (Extended fuzzy group decision matrix)

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
$\tilde{A}(AID)$	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.33, 0.58, 0.83)	(0.17, 0.42, 0.67)	(0.00, 0.17, 0.42)	(0.17, 0.33, 0.58)	(0.08, 0.25, 0.50)
A ₁	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.33, 0.58, 0.83)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.33, 0.58, 0.75)	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.58, 0.83, 1.00)
A ₂	(0.50, 0.75, 0.92)	(0.50, 0.75, 0.92)	(0.67, 0.92, 1.00)	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.50, 0.75, 0.92)	(0.50, 0.75, 1.00)
A ₃	(0.17, 0.42, 0.67)	(0.33, 0.58, 0.83)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.42, 0.67, 0.92)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.42, 0.67, 0.92)
A ₄	(0.42, 0.67, 0.92)	(0.33, 0.58, 0.83)	(0.67, 0.92, 1.00)	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.58, 0.83, 1.00)
A ₅	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.42, 0.67, 0.92)	(0.08, 0.25, 0.50)
A ₆	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.42, 0.67, 0.92)	(0.17, 0.42, 0.67)	(0.00, 0.17, 0.42)	(0.17, 0.33, 0.58)	(0.08, 0.25, 0.50)
$\tilde{A}(ID)$	(0.17, 0.42, 0.67)	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.67, 0.92, 1.00)	(0.58, 0.83, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.58, 0.83, 1.00)

Çizelge 7. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi (Weighted normalized fuzzy decision matrix)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
$\tilde{A}(\text{AİD})$	(0.02, 0.03, 0.06)	(0.05, 0.11, 0.21)	(0.03, 0.07, 0.17)	(0.00, 0.03, 0.10)	(0.02, 0.05, 0.12)	(0.01, 0.04, 0.12)
A_1	(0.02, 0.03, 0.06)	(0.05, 0.11, 0.21)	(0.04, 0.09, 0.19)	(0.05, 0.1, 0.158)	(0.07, 0.12, 0.21)	(0.08, 0.15, 0.24)
A_2	(0.02, 0.03, 0.07)	(0.08, 0.14, 0.24)	(0.10, 0.16, 0.25)	(0.09, 0.15, 0.25)	(0.06, 0.11, 0.19)	(0.07, 0.13, 0.24)
A_3	(0.03, 0.06, 0.21)	(0.05, 0.11, 0.21)	(0.08, 0.13, 0.25)	(0.06, 0.12, 0.23)	(0.09, 0.14, 0.21)	(0.06, 0.12, 0.22)
A_4	(0.02, 0.04, 0.08)	(0.05, 0.11, 0.21)	(0.10, 0.16, 0.25)	(0.09, 0.15, 0.25)	(0.06, 0.11, 0.21)	(0.08, 0.15, 0.24)
A_5	(0.03, 0.05, 0.14)	(0.09, 0.16, 0.26)	(0.04, 0.09, 0.19)	(0.04, 0.09, 0.18)	(0.05, 0.10, 0.19)	(0.01, 0.04, 0.12)
A_6	(0.03, 0.05, 0.14)	(0.07, 0.13, 0.24)	(0.03, 0.07, 0.17)	(0.00, 0.03, 0.10)	(0.02, 0.05, 0.12)	(0.01, 0.04, 0.12)
$\tilde{A}(\text{İD})$	(0.03, 0.06, 0.21)	(0.09, 0.16, 0.26)	(0.10, 0.1, 0.20)5	(0.09, 0.15, 0.25)	(0.09, 0.14, 0.21)	(0.08, 0.15, 0.24)

Çizelge 8. Bulanık MARCOS işlemleri (Fuzzy MARCOS calculations)

	\tilde{K}_i^-	\tilde{K}_i^+	\tilde{T}_i	$f(\tilde{K}_i^-)$	$f(\tilde{K}_i^+)$
A_1	(0.40, 1.78, 8.39)	(0.22, 0.73, 2.25)	(0.63, 2.52, 10.64)	(0.09, 0.41, 1.94)	(0.05, 0.17, 0.52)
A_2	(0.54, 2.16, 9.44)	(0.30, 0.89, 2.53)	(0.84, 3.05, 11.97)	(0.12, 0.50, 2.19)	(0.07, 0.21, 0.59)
A_3	(0.47, 2.03, 10.15)	(0.26, 0.83, 2.72)	(0.74, 2.86, 12.87)	(0.11, 0.47, 2.35)	(0.06, 0.19, 0.63)
A_4	(0.52, 2.12, 9.51)	(0.29, 0.87, 2.55)	(0.81, 2.99, 12.07)	(0.12, 0.49, 2.20)	(0.07, 0.20, 0.59)
A_5	(0.33, 1.56, 8.27)	(0.18, 0.64, 2.22)	(0.51, 2.20, 10.49)	(0.08, 0.36, 1.92)	(0.04, 0.15, 0.51)
A_6	(0.19, 1.10, 6.78)	(0.11, 0.45, 1.82)	(0.30, 1.56, 8.60)	(0.04, 0.26, 1.57)	(0.02, 0.11, 0.42)

Çizelge 9. Alternatiflerin Sıralanması (Ranking of alternatives)

		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
BST	$f(K_i)$	0.656	0.936	0.932	0.921	0.555	0.308
	Sıra	4	1	2	3	5	6
BSK	$f(K_i)$	0.784	1.050	1.128	1.038	0.680	0.419
	Sıra	4	2	1	3	5	6
BSAM	$f(K_i)$	0.684	0.946	0.960	0.927	0.577	0.341
	Sıra	4	2	1	3	5	6

5. SONUÇ (CONCLUSION)

İnternetin günlük hayattaki öneminin gittikçe artmasına bağlı olarak kullanıcı sayılarında da hızlı bir artış olmuştur. Bu durum, İSS'ler arasındaki rekabeti de beraberinde getirmiştir. Her kullanıcının özellik ve ihtiyaçları birbirinden farklı olduğu için İSS'lerin İSS seçimini etkileyen tüm kriterleri hesaba katması gerekir. İSS seçimi, doğası gereği öznel ve belirsiz değerlendirmeleri içerir. Bu çalışmada, kriterlerin sıralamasını sayısal ağırlıklara dönüştüren bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile bulanık MARCOS yöntemi birlikte ele alınarak karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Yapılan çalışmada, bir evin her bir kullanıcısının İSS seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıkları farklı olup bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldıktan sonra elde edilen bütünleşik kriter ağırlıklarına göre en önemli kriter, bağlantı kalitesi olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda İSS'lere öncelikle bağlantı kalitesi olmak üzere sırasıyla müşteri hizmetleri ve teknik destek, güvenilirlik, ek hizmetlere ve ardından fiyat ve kampanya kriterlerini dikkate alarak pazarlama stratejileri geliştirmeleri önerilebilir. Elde edilen sonuçlara göre Bulanık MARCOS yöntemi ile BST

ağırlık yöntemine göre A_2 ; BSK ve BSAM ağırlık yöntemlerine göre ise A_3 en uygun İSS olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, bulanık sıralama ağırlıklandırma yöntemleri ile bulanık MARCOS yöntemi birlikte kullanılarak en iyi alternatifin belirlenmesinde, kabul edilebilir ve tatmin edici sonuçlar sağlamış olup gelecekte İSS seçim kriterleri ve İSS'leri değerlendirmek için yapılacak çalışmalara yol gösterici niteliktedir.

Yapılan bu çalışma ile belirsiz bilgi içeren ortamda bulanık küme teorisi kullanımı, kullanıcılara belirsizliği karar verme sürecine dahil etme esnekliği sağlamıştır. Ayrıca kullanıcılar, hem niteliksel hem de niceliksel kriterleri derecelendirebilmiş ve kendine en uygun alternatifini etkili bir şekilde seçebilmiştir. Değerlendirme sürecinde kullanıcıların görüşlerinin belirsizliğine rağmen, önerilen bütünleşik metodoloji anlaşılır ve kullanımı kolaydır. Ayrıca yöntem, bulanık bir ortamda grup karar verme problemleri için uygundur. Ancak çalışmanın iyileştirmeye açık yönleri de söz konusudur. Analiz sonuçları, ancak tanımlanan karar durumu koşulları altında geçerlidir. Bundan sonraki çalışmalarda,

mevcut kriterlere ve alternatiflere ekleme, çıkarma veya düzenlemeler yapılarak daha farklı sayıda ya da daha farklı kriter ve alternatif içeren İSS seçim problemleri aynı yöntemlerle tekrar çözülebilir. Tek bir ev kullanıcıları ile değil, çok sayıda ve farklı kullanıcılar dikkate alınarak çalışma genişletilebilir. Böylece bütünü kapsayıcı, daha genel yorumlar yapılabilir. Kriter ağırlıklarındaki değişikliklere dayalı farklı duyarlılık analizleri yapılabilir ve önerilen metodolojinin sağlamlığı daha da ortaya çıkarılabilir. Sonuç olarak bulanık MARCOS yöntemi, farklı ağırlıklandırma yöntemleri ile birlikte değişikliklere karşı esnek, basit ve kararlı özellikleri nedeniyle personel seçimi, tesis yeri seçimi ve proje değerlendirme gibi pek çok ÇKKV problemine uygulanabilir. Farklı türlerde bulanık üyelikler, bulanık sayılar, bulanıklaştırma ve durulaştırma yöntemleri uygulanabilir. Bu çalışmanın sonuçları, farklı değerlendirme yöntemleriyle elde edilecek sonuçlarla karşılaştırılabilir.

ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

Ayşegül TUŞ: Problemi tanımlamış, konu ile ilgili literatürü taramış, problemi modellemiş, uygulama sonuçlarını analiz etmiş ve çalışmanın yazım işlemini gerçekleştirmiştir.

Esra AYTAÇ ADALI: Problemi tanımlamış, konu ile ilgili literatürü taramış, problemi modellemiş, uygulama sonuçlarını analiz etmiş ve çalışmanın yazım işlemini gerçekleştirmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Güngör, M. ve Evren, G., "İnternet sektörü ve Türkiye incelemeleri raporu", *T.C. Telekomünikasyon Kurumu Tarifeler Dairesi Başkanlığı*, (2012).
- [2] He, L. and Walrand, J., "Pricing and revenue sharing strategies for internet service providers", *Proceedings IEEE 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, Miami, Florida, 1: 205-216, (2005).
- [3] Norton, W. B. "Internet service providers and peering", *Proceedings of NANOG*, Scottsdale, Arizona, 19: 1-17, (2001).
- [4] Oliveira, D. H. L., Francisco, F. M. V., Araújo, T. P., Celestino, J. and Gomes, R. L., "Adaptive model for network resources prediction in modern internet service providers", *IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, Rennes, France, 1-6, (2020).
- [5] Ballı, S. ve Dikmen, E., "Heterojen ev ağlarının aralık tip-2 bulanık AHS ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmesi", *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(4): 411-421, (2020).
- [6] Ballı, S. and Toker, M. (2017), "A fuzzy multi-criteria decision analysis approach for the evaluation of the network service providers in Turkey", *Intelligent Automation & Soft Computing*, 24(4):693-699, (2017).
- [7] Karakaş Geyik, S. ve Gökçen, A. "Türkiye'de internet servis sağlayıcıları sektöründe müşteri sadakati ve bileşenlerinin yapısal eşitlik modellemesi ile incelenmesi", *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 36(2): 159-184, (2014).
- [8] Zadeh, L.A., "Fuzzy sets", *Inf Control*, 8: 338-353, (1965).
- [9] Erevelles, S., Srinivasan, S. and Rangel, S., "Consumer satisfaction for internet service providers: An analysis of underlying processes", *Information Technology and Management*, 4(1): 69-89, (2003).
- [10] Chiou, J.S., "The antecedents of consumer's loyalty towards internet service providers", *Information&Management*, 41 (6): 685-695, (2004).
- [11] Kim, K.J., Jeung, I.J., Cheol-Park, J., Park, Y.J., Kim, C.G. and Kim, T.H. (2007), "The impact of network service performance on customer satisfaction and loyalty: High-speed internet service case in Korea", *Expert Systems with Applications*, 32 (3): 822-831, (2007).
- [12] Sanchez-Franco, M. J., Ramos, A. F. V. and Velicia, F. A. M., "The moderating effect of gender on relationship quality and loyalty toward internet service providers", *Information & Management*, 46(3): 196-202, (2009).
- [13] Magin S., Algesheimer, R. and Huber, F., "The impact of brand personality and customer satisfaction on customer's loyalty: Theoretical approach and findings of a causal analytical study in the sector of internet service providers", *Electronic Markets*, 13(4): 294-308, (2010).
- [14] Dwivedi, Y. K., Papazafeiropoulou, A., Brinkman, W. P. and Lal, B., "Examining the influence of service quality and secondary influence on the behavioural intention to change internet service provider", *Information Systems Frontiers*, 12(2): 207-217, (2010).
- [15] Thaichon, P., Lobo, A., Prentice, C. and Quach, T. N., "The development of service quality dimensions for internet service providers: Retaining customers of different usage patterns", *Journal of Retailing and Consumer Services*, 21(6): 1047-1058, (2014).
- [16] Karakaş Geyik, S. "Üniversite öğrencilerinin internet servis sağlayıcı tercihlerini etkileyen faktörler üzerine bir araştırma", *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 22: 14-35, (2015).
- [17] Quach, T. N., Thaichon, P. and Jebarajakirthy, C., "Internet service providers' service quality and its effect on customer loyalty of different usage patterns", *Journal of Retailing and Consumer Services*, 29:104-113, (2016).
- [18] Quach, T. N., Jebarajakirthy, C. and Thaichon, P., "The effects of service quality on internet service provider customers' behaviour", *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 28(3):435-463, (2016).

- [19] Şentürk, S. ve Alp, S., “Mobil operatör ve internet servis sağlayıcı tercihlerinin markov zinciri yöntemi ile analizi”, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 13: 133-151, (2016).
- [20] Joudeh, J. M. and Dandis, A., “Service quality, customer satisfaction and loyalty in an internet service providers”. *International Journal of Business and Management*, 13(8): 108-120, (2018).
- [21] Ahmed, A. I. A., Khan, S., Gani, A., Ab Hamid, S. H. and Guizani, M., “Entropy-based fuzzy AHP model for trustworthy service provider selection in Internet of Things”, *IEEE 43rd Conference on Local Computer Networks (LCN)*, Chicago, 606-613, (2018).
- [22] Yıldız, E., “Müşteri vatandaşlığı davranışlarının müşteri ilgisi ve algılanan müşteri değeri üzerindeki etkileri: İnternet servis sağlayıcı firmalar üzerine bir araştırma”, *European Journal of Managerial Research (EUJMR)*, 4(6): 91-113, (2020).
- [23] Doğrul, Ü. ve Kadıoğlu, C. T., “Hizmet kalitesi, firma imajı ve değiştirme maliyetlerinin müşteri sadakatine etkisi: Alternatiflerin çekiciliğinin düzenleyici rolü”, *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 25: 1-19, (2020).
- [24] Key, P. and Steinberg, R., “Pricing, competition and content for internet service providers”. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 28(5): 2285-2298, (2020).
- [25] Cheng, C. H. and Lin, Y., “Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation”. *European Journal of Operational Research*, 142(1): 174-186, (2002).
- [26] Kwong, C. K. and Bai, H., “Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach”, *IIE Transactions*, 35: 619-626, (2003).
- [27] Roszkowska, W., “Rank ordering criteria weighting methods-a comparative overview”, *Optimum Studia Ekonomiczne*, 5(65): 14-33 (2013).
- [28] Roszkowska, E., “The extension rank ordering criteria weighting methods in fuzzy environment”, *Operations Research and Decisions*, 30(2): 91-114, (2020).
- [29] Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A. and Chatterjee, P., “Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to Compromise solution (MARCOS)”, *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231, (2020).
- [30] Puška, A., Stojanović, I., Maksimović, A. and Osmanović, N., “Evaluation software of project management used measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS) method”, *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 3(1): 89-102, (2020).
- [31] Stević, Ž. and Brković, N., “A novel integrated FUCOM-MARCOS model for evaluation of human resources in a transport company”, *Logistics*, 4(1), 4, (2020).
- [32] Ulutaş, A., Karabasevic, D., Popovic, G., Stanujkic, D., Nguyen, P. T. and Karaköy, Ç., “Development of a novel integrated CCSD-ITARA-MARCOS decision-making approach for stackers selection in a logistics system”, *Mathematics*, 8(10), 1672, (2020).
- [33] Badi, I. and Pamucar, D., “Supplier selection for steelmaking company by using combined Grey-MARCOS methods”, *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2): 37-48, (2020).
- [34] Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M. and Pamučar, D., “A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis”, *Mathematics*, 8(3), 457, (2020).
- [35] Mitrović Simić, J., Stević, Ž., Zavadskas, E. K., Bogdanović, V., Subotić, M. and Mardani, A., “A novel CRITIC-Fuzzy FUCOM-DEA-Fuzzy MARCOS Model for safety evaluation of road sections based on geometric parameters of road”, *Symmetry*, 12(12), (2020).
- [36] Puška, A., Stević, Ž. and Stojanović, I., “Selection of sustainable suppliers using the fuzzy MARCOS method”, *Current Chinese Science*, 1(1): 1-12, (2021).
- [37] Puška, A., Pamucar, D., Stojanovic, I., Cavallaro, F., Kaklauskas, A. and Mardani, A., “Examination of the sustainable rural tourism potential of the Brcko District of Bosnia and Herzegovina using a fuzzy approach based on group decision making”, *Sustainability*, 13 (2), 583, (2021).
- [38] Blagojević, A., Kasalica, S., Stević, Ž., Tričković, G. and Pavelkić, V., “Evaluation of safety degree at railway crossings in order to achieve sustainable traffic management: A novel integrated fuzzy MCDM model”, *Sustainability*, 13(2), 832, (2021).
- [39] Boral, S. K. Chaturvedi, I. M. Howard, K. McKee and V. N. A. Naikan, “An integrated approach for fuzzy failure mode and effect analysis using fuzzy AHP and fuzzy MARCOS”, *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, Singapore, 395-400, (2020).
- [40] Chattopadhyay, R., Chakraborty, S. and Chakraborty, S., “An integrated D-MARCOS method for supplier selection in an iron and steel industry”, *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2): 49-69, (2020).
- [41] Santos, F.J.J. and Camargo, H.A., “Fuzzy systems for multicriteria decision making”, *Clei Electronic Journal*, 13 (3): 1-9, (2010).
- [42] [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-\(BT\)-Kullanim-Arastirmasi-2020-33679_\(son_erişim_tarihi: 15 Şubat 2021\).](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2020-33679_(son_erişim_tarihi: 15 Şubat 2021).)
- [43] [https://www.v.tr/pazar-verileri \(son_erişim_tarihi: 10 Şubat 2021\)](https://www.v.tr/pazar-verileri (son_erişim_tarihi: 10 Şubat 2021))