



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEKUBAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BİR ARAÇ KİRALAMA FİRMASININ ARAÇ SEÇİMİ PROBLEMİ
İÇİN HİBRİT BULANIK BWM-COCOSO YÖNTEMİ UYGULAMASI

Yüksek Lisans Tezi

Dilara Zeynep YÜZEN

Danışman

Doç. Dr. Hacer YUMURTACI AYDOĞMUŞ

ALANYA

2024

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİR ARAÇ KİRALAMA FİRMASININ ARAÇ SEÇİMİ PROBLEMİ
İÇİN HİBRİT BULANIK BWM-COCOSO YÖNTEMİ UYGULAMASI

Yüksek Lisans Tezi

Dilara Zeynep Yüzen
Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği
Program Adı: Endüstri Mühendisliği

Danışman
Doç. Dr. Hacer Yumurtacı Aydoğmuş

ALANYA
(2024)

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Dilara Zeynep YÜZEN

TEŞEKKÜR SAYFASI

Yüksek lisans eğitim ve çalışma sürecimde her zaman ilgisini ve desteğini hissettiren başta Sayın Prof. Dr. Mehmet GÜMÜŐ'e, yüksek lisans çalışmalarım da ve tezimin en iyi şekilde hazırlanması için her aşamada bilgisini, tecrübesini ve zamanını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hacer YUMURTACI AYDOĞMUŞ'a, engin bilgilerinin yanısıra akademik duruşları ve öğrencilerine rehberliklerini örnek alarak en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Süreç boyunca maddi manevi emeği geçen tüm hocalarıma ve jüri üyesi hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca çalışkanlıklarını örnek aldığım sevgili babam Kemalettin YÜZEN'e, annem Ayfer YÜZEN'e ve kardeşlerime her koşulda yanımda olup destekledikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dilara Zeynep YÜZEN

ÖZET

BİR ARAÇ KİRALAMA FİRMASININ ARAÇ SEÇİMİ PROBLEMİ İÇİN HİBRİT BULANIK BWM-COCOSO YÖNTEMİ UYGULAMASI

Dilara Zeynep YÜZEN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Ocak, 2024 (69 Sayfa)

Bu çalışma, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden bulanık En İyi En Kötü (BWM) kullanılarak bir araç kiralama firmasının araç seçimi problemine uygulama yapmayı amaçlamaktadır. Araç seçimi, küçük ölçekli bir işletmenin başarılı bir şekilde operasyonlarını sürdürebilmesi için kritik bir karardır. Çalışmanın ilk aşamasında, bulanık BWM yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Ardından, her alternatif için elde edilen ağırlıklar bulanık CoCoSo yöntemi kullanılarak alternatif araçların sıralanmasında kullanılmıştır. Birçok farklı alanda karar problemleri genellikle birden fazla kriter içermektedir ve çözüm için en uygun alternatifin seçilmesi hedeflenmektedir. ÇKKV çatısı altında geliştirilen yeni yöntemler, bu tür karmaşık problemlerin çözümüne katkı sağlamaktadır. Araç kiralama sektörü, benzer karar problemlerini içererek müşteri taleplerindeki çeşitlilik, araç türleri, kiralama süreçleri gibi faktörlerle başa çıkmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmada bir araç kiralama firmasının araç seçimi problemi için hibrit bulanık BWM-CoCoSo yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin dilsel ifadeleri güçlü bir şekilde anlamlandırabilmesi, karar verme sürecinde önemli bir avantaj sunmaktadır. Uygulama sonuçları, araç kiralama firmasının uzun vadeli müşteri taleplerini karşılayabilecek ekonomik düzeyde bir araç seçimi yapmasına rehberlik etmektedir. Bu çalışma, küçük ölçekli araç kiralama firmalarının karar verme süreçlerini iyileştirmek ve rekabet avantajı elde etmek için bulanık mantık temelli yöntemlerin etkili bir şekilde kullanılmasına yönelik önemli bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Çok kriterli karar verme, bulanık BWM yöntemi, bulanık CoCoSo yöntemi, araç seçimi, küçük ölçekli işletme, bulanık mantık.

ABSTRACT

HYBRID FUZZY BWM-COCOSO METHOD APPLICATION FOR THE VEHICLE SELECTION PROBLEM OF A CAR RENTAL COMPANY

Dilara Zeynep YÜZEN

Department of Industrial Engineering

Graduate School of Alanya Alaaddin Keykubat University,

January, 2024

This study aims to apply the fuzzy Best Worst Method (BWM), a Multiple Criteria Decision Making (MCDM) technique, to the vehicle selection problem of a car rental company. Vehicle selection is a critical decision for the successful operation of a small-scale business. In the first stage of the study, the significant criteria for vehicle selection were prioritized using the fuzzy BWM method. Subsequently, the fuzzy weights obtained for each criterion for each vehicle alternative were used in the ranking process through the fuzzy CoCoSo method. Simultaneously, decision problems in various fields often involve multiple criteria, and the goal is to select the most suitable alternative for a solution. Newly developed methods under the umbrella of MCDM contribute to resolving such complex problems. The car rental industry, facing similar decision problems due to factors like customer demands, vehicle types, and rental processes, copes with the diversity in this context.

In this context, this study applies the hybrid fuzzy BWM-CoCoSo method to the vehicle selection problem of a car rental company. The method's ability to interpret linguistic expressions provides a significant advantage in the decision-making process. The results of the application guide the car rental company in making an economically viable vehicle selection that aligns with long-term customer demands. This study contributes significantly to the improvement of decision-making processes for small-scale car rental companies and the effective utilization of fuzzy logic-based methods to gain a competitive advantage.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, fuzzy BWM, fuzzy CoCoSo, vehicle selection, small-scale business, fuzzy logic.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	ii
TEŞEKKÜR SAYFASI.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
2. LİTERATÜR	4
2.1. BWM Yöntemi ile Çok Kriterli Karar Verme Problemleri Uygulamaları	4
2.2. CoCoSo Yöntemi ile Çok Kriterli Karar Verme Problemleri Uygulamaları.....	5
2.3. Araç Seçimi Problemi Üzerine Yapılan Çalışmalar	8
2.4. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	13
2.5. Çok Kriterli Karar Verme Problemi Olarak Otomobil Seçimi	14
2.5.1. Otomobil seçimi problemi ve önemi.....	14
2.5.2. Otomobil seçimi problemi için kriterler	17
3. YÖNTEM.....	19
3.1. Bulanık Mantık	19
3.1.1. Bulanık mantık üyelik fonksiyonları	20
3.1.2. Bulanık mantık uygulama alanları.....	21
3.1.3. Bulanık mantık kullanımında avantajlar ve dezavantajlar	24
3.2. BWM Yöntemi ve Adımları	24
3.2.1. BWM yöntemi için tutarlılık oranı	27
3.3. Bulanık BWM Yöntemi ve Adımları.....	28
3.3.1. Bulanık BWM yöntemi için tutarlılık oranı	33
3.4. CoCoSo Yöntemi ve Adımları.....	34
3.5. Bulanık CoCoSo Yöntemi ve Adımları	36
3.6. Çalışmada Kullanılan Kriterler ve Alternatifler	39
3.6.1. Kriterlerin belirlenmesi	39
3.6.2. Alternatiflerin belirlenmesi	40

4. BULGULAR.....	43
4.1. Problemin Tanımı	43
4.2. Uygulama 1. Kısım- Bulanık BWM Yöntemi	43
4.2.1. Bulanık BWM yöntemi için tutarlılık oranı	48
4.3. Uygulama 2. Kısım- Bulanık CoCoSo Yöntemi.....	48
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
6. KAYNAKLAR	55
7. EKLER.....	61
EK 1: Kriter Değerlendirme Formu	61
EK 2: Ağustos 2023 Türkiye’de Satılan Elektrikli Otomobiller Listesi.....	62
EK 3: Lingo Kodları	64
EK 4: Etik Kurul Raporu	68
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3. 1. Üçgen üyelik fonksiyonu grafiği.....	21
Şekil 3. 2. Çalışmada kullanılan alternatif araçlar.....	42
Şekil 4.1. Önerilen yöntemin akış şeması	43



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. WOS veri tabanı üzerinden elde edilen çalışmalar	8
Tablo 2.2. Google Akademik üzerinden elde edilen çalışmalar	9
Tablo 2.3. ÇKKV yöntemleri ve geliştirenler tablosu	13
Tablo 2.4. Literatürde otomobil seçimi üzerine taramılan çalışmalarda bir defadan çok rastlanan kriterler	17
Tablo 3.1. Göreceli önem ölçeği (Saaty, 1986)	25
Tablo 3.2. BWM yöntemi için tutarlılık indeksi (Tİ) tablosu (Rezaei, 2015)	28
Tablo 3.3. Dilsel değişkenlerinin dönüşüm kuralları (Zhao ve Guo, 2017)	29
Tablo 3.4. Bulanık BWM yöntemi için tutarlılık indeksi (Tİ) tablosu (Guo ve Zhao, 2017)	34
Tablo 3.5. Dilsel değişkenlerinin dönüşüm kuralları (Stanujkic, 2015, aktaran: Ulutaş ve diğ., 2021)	37
Tablo 3.6. INDICATA Temmuz 2022 en çok satılan ikinci el otomobil modelleri (INDICATA, 2022)	41
Tablo 4.1. Uzman görüşleri.....	44
Tablo 4.2. En iyi ve en kötü kriterler	45
Tablo 4.3. En iyi kriterlerin dilsel terimler ile göreceli tercihleri	45
Tablo 4.4. En iyi kriterlerin dilsel terimlere karşılık gelen bulanık sayılar ile göreceli tercihleri	45
Tablo 4.5. Diğer kriterlerin en kötü kritere göre dilsel terimler ile göreceli tercihleri ..	46
Tablo 4.6. Diğer kriterlerin en kötü kritere göre dilsel terimlere karşılık gelen bulanık göreceli tercihleri	46
Tablo 4.7. CoCoSo dilsel değerlendirme tablosu	49
Tablo 4.8. CoCoSo görüşlerin bulanık sayı karşılıkları.....	50
Tablo 4.9. CoCoSo görüşlerin aritmetik ortalaması	50
Tablo 4.10. CoCoSo normalize bulanık karar matrisi.....	51
Tablo 4.11. Bulanık S_i ve P_i değerleri	51
Tablo 4.12. Bulanık f_{ia} , f_{ib} , f_{ic} değerleri.....	52
Tablo 4.13. Kesin f_{ia} , f_{ib} , f_{ic} ve f_i değerleri.....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
BWM	En İyi-En Kötü Yöntemi (Best-Worst Method)
CoCoSo	Birleşik Uzlaşma Çözümü (Combined Compromise Solution)
COPRAS	Karmaşık Oransal Değerlendirme (Complex Proportional Assessment)
MABAC	Çok Nitelikli Sınır Yaklaşım Alanı Kıyaslaması (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison)
MAIRCA	Çok Kriterli İdeal-Gerçek Karşılaştırma Analiz Yöntemi (Multi-Attributive Ideal-Real Comparative Analysis)
VIKOR	Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje)
CRITIC	Kriterler arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önem Tespiti (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation)
q-ROFS	q Seviyeli Bulanık Kümeler (q-Rung Orthopair Fuzzy Sets)
SWARA	Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis)
ARAS	Katkı Oranı Değerlendirmesi (Additive Ratio Assessment)
MOORA	Oran Analizi ve Referans Noktası Yaklaşımı (Multi-Objective Optimization By Ratio Analysis)
WSM	Ağırlıklı Toplam Modeli (Weighted Sum Model)
WPM	Ağırlıklı Çarpım Modeli (Weighted Product Model)
FUCOM	Tam Tutarlılık Yöntemi (Full Consistency Method)
TOPSIS	İdeal Çözüme Yakınlık Yoluyla Tercihlerin Sıralanması (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
ANP	Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
PROMETHEE	Zenginleştirme Değerlendirmeleri için Tercih Sıralama (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation)
ELECTRE	Gerçeği İfade Edecek Eleme ve Seçim (Elimination and Choice Translating Reality English)

DEMATEL	Karar Alma ve Değerlendirme Laboratuvarı (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)
CODAS	Birleřtirilebilir Uzaklık Tabanlı Değerlendirme Yöntemi (Combinative Distance-based Assessment)
VZA	Veri Zarflama Analizi
MAUT	Çok Nitelikli Fayda Teorisi (Multi-Attribute Utility Theory)
CP	Uzlaşma Programlama (Compromise Programming)
UTA	Toplanabilir Fayda (Utility Additive)
MACBETH	Kategorik Tabanlı Değerlendirme Teknięi ile Çekicilięi Ölçme (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique)
TO	Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio)
Tİ	Tutarlılık İndeksi (Consistency Index)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
WOS	Bilim Aęı (Web of Science)
KV	Karar Verici

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Günlük hayatta verdiğimiz en basit görülen kararlar dahi birden çok kriter içermektedir. Örneğin iki çocuk için çikolata almak amacıyla markete gidildiği varsayımında, tek bir kriter olsaydı iki çocuk içinde aynı çikolata ile marketten ayrılmış olunurdu. Ancak sadece fiyatına ya da içeriğine bakarak ürün satın alınmamaktadır. Herkesin göz önünde bulundurduğu kriterler ve bu kriterlere verdikleri önem farklı olmaktadır. Örneğin bir çocuk çikolatada fındık olmasına önem verirken, diğer çocuk fındığa onun kadar önem vermeyip, başka bir içeriğe daha çok önem veriyor olabilir. Bu durumda çikolata seçimi problemine ait kriterlerinin ağırlıkları farklı olmalıdır. Bu sebeple alternatifler de kriterler bazında incelendiğinden dolayı birbirlerinden üstün olacaklardır. Her çocuk için en iyi çikolata farklı olacak ve bu durumda en iyi çikolatayı (alternatifi) seçmek kolay olmayacaktır. Bu ve buna benzer birçok problem Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) çatısı altında toplanmaktadır.

ÇKKV problemleri yıllardır farklı alan ve sektörlerde olmak üzere sürekli hayatın içindedir. Bu çalışmada bir araç kiralama firması için otomobil seçimi problemi üzerinde çalışılmıştır. Otomobiller günümüzde insanların en sık kullandığı ulaşım aracı olmakla beraber hızlı yaşam temposunun vazgeçilmezlerinden biri olarak yerini almıştır. Ayrıca tatil yörelerinde, yerli ve yabancı turistler tarafından yüksek bir talep düzeyine sahiptir. Araç gereksinimi duyulan durumlarda araç kiralama ilk başvuru yollarından bir tanesi olmaktadır.

Yurt içinde ve yurtdışında oldukça büyük bir önem teşkil eden araç kiralama sektörü, yirminci yüzyılda Amerika'da ortaya çıkmıştır. Çalışma şekli araç kiralama acentelerinin müşterilerine belirli bir süre için belirli bir ücret karşılığında otomobil kiralaması şeklinde olmuştur. Amerika 100 yılı aşkın sürelik bir araba kiralama geçmişine sahiptir. 1908'de Ford Motor Company, fiyatı oldukça düşük olan Ford Model T'yi üretmiştir ve sıradan orta sınıf Amerikan vatandaşlarının seyahatine sunmuştur. 1918'de Walter L. Jacobs tarafından Chicago'da ilk araba kiralama şirketi olan Rent-A-Ford-Car Company kurulmuştur ve bu şirket, 23 araçtan 565 araca sahip olarak hızla büyümüştür. Daha sonra John D. Hertz ile birleşmiştir. 1990'larda operasyon ölçeğinde genişleyerek, bugün büyük ölçekli araç kiralama şirketleri dünyanın her yerine dağılmış durumdadır. Avrupa ve Amerika'da dünyaca ünlü Avis Car Rental, Hertz Car Rental, Budget Rent A Car System Anon. Şti. ve Europcar şubeleri bulunmaktadır. Örneğin Hertz Car Rental

dünya çapında 146 ülkede yaklaşık 8.500 lokasyonda faaliyet göstermektedir (Zhang ve diğ., 2014). Bunun yanı sıra küçük ölçekli araç kiralama firmaları da tatil yöreleri başta olmak üzere dünyanın birçok yerinde kendi bünyelerince faaliyet göstermektedirler ve sayıları artarak devam etmektedir.

Türkiye'de ilk araç kiralama işlemleri 1974 yılında Koç Topluluğu bünyesinde kurulan Avis Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir (<https://www.miniyol.com/blog/arac-kiralamanin-tarihcesi>). Son yıllarda havalimanlarında ve büyük şehir merkezlerinde faaliyet gösteren araç kiralama şirketleri, turizm sektöründeki hızlı gelişmeler sonucunda birçok turizm bölgesinde hizmet vermektedir (MEB, 2007: 55, aktaran: Akay, 2017). Türkiye'de, sektörün operasyonel ve günlük kiralama pazarına ilişkin net veriler bulunmamakla birlikte, operasyonel kiralama pazarının %6-7'si kamu tarafından yapılmaktadır. Türkiye'nin en büyük 10 firmasının pazar payı %69'dur ve kalan %31'i çeşitli büyüklükteki yüzlerce firma paylaşmaktadırlar (Karaboğa, 2012: 2, aktaran: Akay, 2017). Araç kiralama sektöründe İstanbul %70 pay ile ilk sırada yer alırken, ikinci sırada Ankara üçüncü sırada İzmir yer alıyor. Ancak yaz aylarında trend tersine dönmektedir ve Antalya, Muğla ve Aydın gibi turizm merkezlerine doğru bir kayma gerçekleşmektedir (Akay, 2017). Bu çalışmada uygulama için yaz aylarında aktif olan Alanya'da küçük ölçekli yerel bir araç kiralama firması tercih edilmiştir.

Diğer sektörlerde olduğu gibi araç kiralama sektörü de kendi içerisinde birçok karar problemi barındırmaktadır. Büyük bir önem arz eden ve en etkili kararlardan biri olan filo için yeni bir araç satın alma problemi bu çalışmada ele alınmıştır. Günümüzde üreticiler tarafından pazara çok çeşitli araçlar sunulmaktadır. Dolayısıyla potansiyel alternatifler ve kriterler her geçen gün artmakta ve değişim göstermektedirler. Böylece en iyi araç seçimi problemi giderek daha karmaşık bir hal almaktadır. Araç seçimi probleminin bir kritik noktası da seçilen aracın uzun yıllar boyunca firmaya fayda sağlaması ve müşteriler tarafından uzun vadede tercih edilebilir olmasıdır. Bu çalışmada, bünyesine yeni araç eklemek isteyen, turizm bölgesinde küçük ölçekli bir araç kiralama firması için ÇKKV yöntemleri kullanılarak en uygun aracın seçimine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada dilsel ifadelerin daha güçlü tanımlanabilmesi için bulanık mantığa başvurularak çalışma genişletilmiştir. ÇKKV yöntemi olarak ise son yıllarda geliştirilen bulanık BWM (En İyi-En Kötü Yöntemi) ve bulanık CoCoSo (Birleşik Uzlaşma Çözümü) yöntemleri seçilmiştir. Uzman görüşleri ve literatür araştırmasıyla kriterler belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık

BWM yöntemi, seçilen alternatif araçların değerlendirilmesinde ise Bulanık CoCoSo yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma, işletmelerde seçim gerektiren benzer vakalar için kaynakları en iyi kullanabilmeyi ve ileriye dönük maksimum fayda sağlayabilmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca alternatiflerin benzinli, dizel ve elektrikli araçlardan oluşması ile sürdürülebilir bir bakış açısı sunmayı hedeflemektedir.



2. LİTERATÜR

2.1. BWM Yöntemi ile Çok Kriterli Karar Verme Problemleri Uygulamaları

Bu alt başlıkta 2015 yılında Dr. Jafar Rezaei tarafından geliştirilen BWM yöntemi ve literatürdeki bulanık BWM yönteminin farklı uygulamalarının bir kısmına yer verilmiştir.

Guo ve Zhao (2017), 3 ayrı vaka üzerinde çalışmışlardır. Vaka 1, bir firmanın markete ürün çekmek için en uygun ulaştırma şeklinin seçilmesidir. Vaka 2, en iyi fiyat performans değerine sahip araç seçimidir (konfor, kalite, fiyat, güvenlik ve stil kriterleri kullanılmıştır). Vaka 3 ise tedarikçi ilişkileri yönetiminde satın alma şirketi tarafından kullanılan dört temsili kriterin sıralanması amacıyla bir uygulama gerçekleştirilmesidir. Bulanık BWM ile kriter ağırlıklarını hesaplamışlardır. Üçgen bulanık sayılarla çalışan yazarlar, elde edilen ağırlıklar ile dereceli ortalama entegrasyon gösterimi yöntemini uygulayarak alternatifleri sıralamışlardır. Sonuçlar önerilen yaklaşımın, geleneksel yönteminden daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir. Ayrıca bulanık bakış açısının tutarlılık oranını daha yüksek sağlaması önerilen yöntemin daha iyi sonuç verdiğini kanıtlar niteliktedir.

Ghoushchi ve diğ. (2019), tedarikçi seçimi için kriterlerin ağırlıklarını bulanık BWM yöntemini kullanarak hesaplamışlardır ve ardından tedarikçileri sıralamak için parçalı doğrusal değerler fonksiyonunu kullanmışlardır. Önerilen yöntem ile gıda tedarik zincirinde bir vaka çalışması olarak yağlı tohum endüstrisinde sürdürülebilir tedarikçi seçimi sorununu ele almışlardır.

Liu ve diğ. (2019), üçüncü parti lojistik seçimi için yeni bir aralık değerli Pisagor bulanık küme kullanarak BWM yöntemi ile grup karar verme yöntemi önermişlerdir. Önerilen yöntem ile kriterlerin ağırlıkları ve optimal üçüncü parti lojistik belirlenmiştir. Gerçek vaka verileri kullanılarak çözülmüş ve yöntemin uygulanabilirliği gösterilmiştir.

Pamuçar ve Savin (2020), çalışmalarında Sırp Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaçları için en uygun arazi aracının seçiminde BWM ve COPRAS yöntemlerini önermişlerdir. Alternatif arazi araçlarını değerlendirmek için kullanılan kriterlerin ağırlığı, BWM yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, temel karar verme modelinin bir bileşeni olan COPRAS yöntemine ek olarak, MABAC ve MAIRCA yöntemleri de uygulanmıştır. Sonuçlar karşılaştırılmış ve sıralamada ilk iki alternatif aynı elde edilmiştir.

Guo ve Qi (2021), bulanık BWM yöntemini kullanarak farklı grup karar verme problemleri için iki örnek üzerinde çalışmışlardır. Örneklerin matematiksel modellerinin, optimal ağırlıkları elde etmek için Lingo 11.0 yazılımını kullanmışlardır. Birinci örnekte yüksek fiyatlı ve performanslı bir araç satın almak için kriterlerin önemi bulanık BWM yöntemi ile hesaplanmıştır. Fiyat, kalite, konfor, güvenlik ve stil kriterleri dikkate alınmıştır. Üç uzman görüşü ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, kalite en önemli kriter olarak hesaplanmıştır, sonraki önemli kriterler güvenlik, fiyat, konfor ve stil olarak devam etmektedir. İkinci örnekte ise cep telefonu seçimi problemi ele alınmıştır. Sonuç olarak, veri girişinin en önemli kriter olduğu ve bunu sırasıyla bellek, fiyat, ekran, boyutlar ve ağırlık kriterlerinin takip ettiği sonucuna varılmıştır.

Liang ve diğ. (2021), Çin'de bisiklet paylaşım şirketlerinin hizmet düzeyini değerlendirmek için bulanık BWM-VIKOR hibrit yöntemini kullanmışlardır. Algılanabilirlik, kullanılabilirlik, güvenilirlik ve sürdürülebilirlik ana kriterlerinin altında 17 kriter kullanılmıştır. Belirsizlik altında ve muğlak koşullarda verimli çalışabildiği için bu yöntemler kullanılmıştır. BWM yönteminin, ikili karşılaştırma sürecini sadece en iyi ve en kötü kriter üzerinden gerçekleştirerek süreci kolaylaştırdığı vurgulanmıştır.

Dong ve diğ. (2021), makalelerinde bulanık BWM yöntemini önermişlerdir. Kriterler arasındaki referans karşılaştırmalarında ve kriter ağırlıklarının hesaplanmasında genelleştirilmiş aralık değerli yamuk bulanık sayılar kullanılmıştır. Ayrıca, genelleştirilmiş aralık değerli yamuk bulanık sayılar için tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranı önerilmiştir. Son olarak, önerilen yöntem üç gerçek vaka olan ulaşım modu seçimi, araç seçimi ve tedarikçi seçimi problemleri üzerinde uygulanmıştır.

2.2. CoCoSo Yöntemi ile Çok Kriterli Karar Verme Problemleri Uygulamaları

Yazdani ve diğ. (2018), tarafından önerilen geleneksel CoCoSo yöntemine ve literatürde yer alan bulanık CoCoSo yönteminin örneklerine bu bölümde yer verilmiştir.

Biswas ve diğ. (2019), CoCoSo ve CRITIC yöntemlerini kullanarak elektrikli araçların değerlendirilmesi üzerine uygulamalar gerçekleştirmişlerdir.

Peng ve Huang (2020), finansal risk değerlendirmesi için bulanık CRITIC ve CoCoSo tabanlı bir karar verme süreci geliştirmişlerdir. 5 farklı girişimin oluşturduğu alternatifler arasından, 7 kritere göre seçim yapılmıştır. CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanırken, CoCoSo ile alternatifler sıralanmıştır. Çalışmada üyelik ve üye olmama dereceleriyle gösterilen q-rung ortopair bulanık küme (q-ROFS) ile bulanıklığın problemin doğru ifade edilebilmesi için daha verimli bir araç olduğu savunulmuştur.

Ulutaş ve diğ. (2020), lojistik merkezi yer seçimi problemi için bulanık SWARA ve CoCoSo hibrit yöntemini kullanmışlardır. Belirledikleri 11 kriter ve 12 alternatif ile çalışmışlardır. Kriter ağırlıkları hesaplanırken üçgen bulanık sayılar ile SWARA yöntemi kullanılmıştır, CoCoSo yöntemi uygulanırken bulanık sayılardan yararlanılmamıştır. Sonuçlar diğer yaygın ÇKKV yöntemlerinden olan COPRAS, VIKOR, ARAS, MOORA ve MABAC yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Tüm yöntemlerde en iyi seçenek 4.bölge olmuş, sonuçlar birbirini destekler nitelikte olmuştur.

Ecer ve Pamucar (2020), sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemi için yeni bir entegre yöntem olarak bulanık BWM yöntemi ve bulanık CoCoSo yönteminde Bonferroni kullanarak (CoCoSo'B) çok kriterli bir model oluşturmuşlardır. Bu makalede, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının göreceli ağırlıkları, insan düşüncesini daha iyi modelleyebildiği için bulanık BWM yöntemi ile hesaplanmıştır. Ardından geleneksel CoCoSo yönteminde kullanılan normleştirme adımından farklı olarak Bonferroni ortalama operatörü uygulanmıştır, bu sayede CoCoSo modelindeki kriterler arasındaki karşılıklı ilişkilerin verimli bir şekilde temsil edilmesi ve uç değerlerin nihai sıralama üzerindeki etkisinin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Ayrıca ağırlıklandırılmış toplam modeli (Weighted Sum Model, WSM) ve ağırlıklandırılmış çarpım modeli (Weighted Product Model, WPM) kullanımında değişikliğe gidilerek S_i ve P_i değerlerinin hesaplanmasında Bonferroni toplama fonksiyonu (Bonferroni, 1950) uygulanarak, başlangıç değerlerinin toplanması için normleştirilmiş ağırlıklı Bonferroni ortalama fonksiyonu ve normleştirilmiş ağırlıklı geometrik Bonferroni ortalama fonksiyonu kullanılmıştır. Çalışmada ekonomik, sosyal ve çevresel ana başlıkları altında toplam 15 kriter ile çalışılmıştır. Çözüm için Lingo 16.0 yazılımı kullanılmıştır. Sonuç olarak, sağlık ve güvenlik, paydaşların hakları ve ürünün fiyatı, en önemli sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi uygulamaları olmuştur, çevresel maliyet ise en düşük önem ağırlığına sahip olarak bulunmuştur. 6 alternatif arasından A1 en uygun A3 ise sıralamadaki son alternatif olarak bulunmuştur.

Altıntaş (2021), G7 ülkelerinin bilgi performanslarının analizi için CoCoSo yöntemine başvurmuştur. Ülkelerinin 2020 yılı Küresel Bilgi Endeksi değerlerine göre ülkelerin bilgi performansları ölçülmüştür. Bulgulara göre sıralama ABD, İngiltere, Japonya, Kanada, İtalya ve Fransa olarak sıralanmıştır.

Garg ve diğ. (2022), makalelerinde bulanık Bonferroni fonksiyonu yardımıyla genişletilen bulanık SWARA ve bulanık CoCoSo'dan oluşan hibrit bir model önermişlerdir. Modelde, otomotiv endüstrisinde kullanılan uygun endüstriyel robotlar 15

kriter ve 10 alternatif dikkate alınarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar, 150 farklı senaryo kullanılarak duyarlılık analizi yardımıyla doğrulanmıştır. Duyarlılık analizi sonuçları, önerilen modelin geçerliliğini ve uygulanabilirliğini onaylamaktadır.

Damjanovic ve diğ. (2022), sürdürülebilir kentsel hareketlilik planları çalışma alanı hedeflerine ulaşmak için gerçekleştirilecek nihai önlemlerin ve politikaların seçimi için bulanık FUCOM ve bulanık CoCoSo hibrit yöntemini kullanmışlardır. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için bulanık FUCOM, ardından alternatifleri sıralamak için bulanık CoCoSo yöntemi uygulanmıştır. “Sürdürülebilir kentsel hareketlilik planlarının uygulanması ve güvence altına alınması” ve “Seçilen hareketlilik göstergelerinin düzenli veri toplanması, izlenmesi ve değerlendirilmesi için bir sistemin kurulması” sırasıyla en önemli ana ve alt kriter olarak belirlenmiştir. Duyarlılık analizi ile önerilen çerçevenin geçerliliği, sağlamlığı ve etkililiği doğrulanmaktadır. Uygulanan metodoloji, sürdürülebilir kentsel hareketlilik planlarını geliştirme sürecinde Karar Vericilere (KV) yardımcı olma potansiyeline sahiptir.

Alao ve diğ. (2022), çalışmalarında enerji sektörü için uygun ana taşıyıcı seçimini konu almışlardır. 4 alternatif ve 20 değerlendirme kriteri ile çalışılmıştır. Her bir ana taşıyıcı için kriter ağırlıkları bulanık BWM ve bulanık Entropi yöntemlerinin entegrasyonundan bulanık tercih değişkenleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Alternatif ana taşıyıcılar CoCoSo yöntemine Borda kuralı ve Copeland yöntemi entegre edilerek sıralanmıştır. Ayrıca, sonuçların sağlamlığı ve güvenilirliği, mevcut beş Bulanık ÇKKV yöntemiyle bir duyarlılık analizi ve karşılaştırmalı değerlendirme uygulanarak test edilmiştir. Bu araştırmanın, yatırımcılara ve politika düzenleyicilere, planlama aşamasında sürdürülebilir ana taşıyıcı seçimi için yararlı olabileceği belirtilmiştir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, orijinal bulanık CoCoSo modeli, ağırlıklı ortalama ve ağırlıklı çarpım modellerini kullanarak esnek bir karar verme süreci sunmaktadır. Bu, çok kriterli karar verme durumlarında çeşitli faktörleri dikkate almak için önemlidir. CoCoSo modeli, karar verme sürecini basitleştirmek için ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım modellerini temel almaktadır. Basit ve anlaşılır bir yapıya sahiptir. Ancak kriter değerleri arasında aşırı sapmalar veya etkileşimler varsa, CoCoSo'B modeli kullanılması önerilebilir. Bu modeller, özellikle aşırı/uygunsuz verilerin etkisini azaltma ve kriterler arasındaki etkileşimleri daha etkili bir şekilde ele alma konusunda avantajlar sunabilmektedir. Karar verme sürecindeki spesifik gereksinimlere ve sistem özelliklerine bağlı olarak, orijinal bulanık CoCoSo veya geliştirilmiş modeller arasında bir tercih yapmak önemlidir (Ecer ve Pamucar, 2020). Araç seçimi problemi için kriterler arasında

aşırı sapmaya sahip değerler ve etkileşimler bulunmadığından dolayı orijinal bulanık CoCoSo yönteminin kullanılması uygun görülmüştür.

2.3. Araç Seçimi Problemi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Literatür taraması WOS üzerinden sırasıyla “vehicle selection” (topic) ve “multi criteria” (topic), “automobile selection” (topic) ve “multi criteria” (topic), “car selection” (topic) ve “multi criteria decision” (topic), “multi criteria” (topic) ve “selection” (topic), kelimeleri ile taramalar yapıldığında sırasıyla 17+2+1+5=25 çalışma elde edilmiştir. Tablo 2.1.’de bu çalışmalar listelenmiştir.

Tablo 2.1. WOS veri tabanı üzerinden elde edilen çalışmalar

Çalışma Yazarları	Problem	Kullanılan ÇKKV Yöntemi
Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010)	Otomobil seçimi	AHP-TOPSIS, DEA
Kabak ve Uyar (2013)	Küçük işletmeler için ticari araç seçimi	ANP-PROMETHEE
Yayla ve Yıldız (2013)	Otomobil seçimi	Bulanık ANP
Aydın ve Kahraman (2014)	Yerel ulaşım için otobüs seçimi	Bulanık AHP-VIKOR
Yavuz, Oztaysi, Onar ve Kahraman (2015)	Sağlık hizmeti sağlayıcı için filo seçimi	Belirsiz Bulanık Dilsel Bir Model
Tetik ve Daş (2017)	Orbit fırlatma aracı seçimi	VZA (DEA)
Guo ve Zhao (2017)	En iyi fiyat performans değerine sahip araç seçimi	Bulanık BWM- Dereceli Ortalama Entegrasyon Gösterimi
Sendek-Matysiak (2019)	Farklı motor tipleri arasından otomobil seçimi	MAJA
Akti ve Çelikoğlu (2019)	Bir üniversite için ring seçimi	AHP-TOPSIS
Khan, Ali ve Khan (2020)	Sürdürülebilir hibrit elektrikli araç seçimi	Bulanık TOPSIS
Ali, Mehmood, Hüzaifa, Yasir, Khan (2020)	Otomobil seçimi	FUCOM-Bulanık TOPSIS
Dong, Wan ve Chen (2021)	Ulaşım modu seçimi, araç seçimi ve tedarikçi seçimi	Bulanık BWM
Sonar ve Kulkarni (2021)	Elektrikli araç seçimi	AHP-MABAC
Canbulut, Köse ve Arık (2021)	Yerel ulaşım için araç seçimi	AHP-Gri İlişkisel Analiz
Görçün (2021)	Raylı sistemler araç seçimi	CRITIC-EDAS
Cakir, Taş ve Ulukan (2021)	Sürdürülebilir hibrit elektrikli araç değerlendirmesi	Bulanık MARCOS

Tablo 2. 1. WOS veri tabanı üzerinden elde edilen çalışmalar (Devam)

Wakeel, Bingol, Ahmad, Bashir, Emamat, Ding ve Fayaz (2021)	Otomobil için doğal lif seçimi	BWM için doğrusal hedef programlama (LGPMBWM)-yakınlık endeks değeri yöntemi (PIV)
Turon (2022)	Düzenli araç paylaşım hizmetleri kullanıcıları için araç seçimi	Electre III
Turon, Kubik ve Chen (2022)	Konvansiyonel, elektrikli, hibrit ve hidrojen tahrikli araç seçimi	Electre III
Izdebski, Jacyna-Golda, Nivettec ve Szczepański (2022)	Araç filosu seçimi	MAJA
Turon (2022)	Sık araç paylaşım hizmetleri kullanıcıları için araç seçimi	Electre III
Turon (2022)	Nadir araç paylaşım hizmetleri kullanıcıları için araç seçimi	Electre III
Demir, Damjanovic, Matovic ve Vujadinovi (2022)	Sürdürülebilir kentsel hareketlilik planı seçimi	Bulanık FUCOM-CoCoSo
Alao, Popoola ve Ayodele (2022)	Sürdürülebilir ana taşıyıcı seçimi	Bulanık CoCoSo
Garg, Görçün, Kundu ve Küçükönder (2022)	Otomotiv endüstrisinde kullanılan uygun endüstriyel robot seçimi	Bulanık SWARA'B- CoCoSo'B

Ek olarak Google Akademik üzerinden “çkkv araç seçimi” kelimeleri ile tarama yapılarak 23 çalışma elde edilmiş ve Tablo 2.2.’de bu çalışmalar listelenmiştir.

Tablo 2.2. Google Akademik üzerinden elde edilen çalışmalar

Çalışma Yazarları	Problem	Kullanılan ÇKKV Yöntemi
Tang ve Beynon (2005)	Küçük bir araç kiralama şirketi için filo araç tipinin seçimi	Bulanık AHP
Güngör ve İşler (2005)	Otomobil seçimi	AHP
Ballı, Karasulu ve Korukoğlu (2007)	Otomobil seçimi	Bulanık PROMETHEE
Bozdemir ve Yılmaz (2009)	Araç seçimi	Kural Tabanlı Karar Verme
Şahin ve Akyer (2011)	Arama kurtarma aracı seçimi	AHP-TOPSIS
Soba (2012)	Panel Van seçimi	PROMETHEE

Tablo 2.2. Google Akademik üzerinden elde edilen çalışmalar (Devam)

Şengül, Eren ve Shiraz (2012)	Toplu taşıma için araç seçimi	Bulanık AHP
Şişman ve Eleren (2013)	En uygun otomobil seçimi	GRA-ELECTRE
Ömürbek, Karaatlı, Eren ve Şanlı (2014)	Hafif ticari araç seçimi	AHP-PROMETHEE
Yıldız ve Ergül (2014)	Otomobil seçimi	Bulanık TOPSIS
Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)	Otomobil seçimi	ANP, AHP
Mitropoulos ve Prevedouros (2016)	Sürdürülebilir kentsel ulaşım aracı değerlendirilmesi	WSM-Bulanık Mantık
Arslan (2017)	Lojistik firmaları için optimal araç seçimi	AHP-ARAS
Doğan, Eren ve Çelik (2017)	Ağır ticari araç seçimi	Gri COPRAS
Milosavljević, Kasalica ve Matić (2018)	Optimal taşıma aracı seçim	AHP-MABAC
Kijewskaa, Iwan ve Małecki (2019)	Şehir taşımacılığı için elektrikli araç seçimi	PROMETHEE II
Galińska (2019)	Ulaşım modlarının (araç tipleri) değerlendirilmesi	Electre III/IV
Alakaş, Bucak ve Kızıldaş (2019)	Ambulans seçimi	AHP-TOPSIS, AHP-VIKOR
Biswas ve Saha (2019)	Ortak kullanıma uygun scooter seçimi	Bulanık AHP-TOPSIS, Bulanık AHP-MABAC
Süt, Hamurcu ve Eren (2019)	Üniversite içi yeşil ring seçimi	AHP-TOPSIS
Tian, Liu, Zhang, Yang, Zhang, Lin, Ma, Wang, Qu ve Li (2019)	Ters lojistik aracının dönüş rotasının seçimi	Gri DEMATEL- Bulanık VIKOR
Pamuçar ve Savin (2020)	Arazi aracı seçimi	BWM-COPRAS
Görçün, Senthil ve Küçükönder (2021)	Tanker seçimi	Bulanık SWARA-CODAS

Araç seçimi problemi konusu ele alınan literatürdeki çalışmaların birkaçına aşağıda yer verilmiştir.

Tang ve Beynon (2005), küçük bir araç kiralama şirketinin işletme sermayesinin büyük bir bölümünü oluşturan filo araç türünün seçimi problemini ele almaktadır. Bu

süreçte dikkate alınması gereken bir dizi kriter bulunmaktadır ve bu içsel belirsiz koşullar altında, bulanık AHP yöntemi ile bir çalışma gerçekleştirilmektedir.

Güngör ve İşler (2005), otomobil seçimi problemi için AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemini önererek çözüm sunmuşlardır, objektif kriterlerin yanı sıra tüketiciye ilişkin bulanık subjektif değerler de dikkate alınmıştır. Otomobil satın almak isteyen bir tüketici için uygulama gerçekleştirilmiş ve uygulama sonucunun tüketici tarafından makul bulunup, karar verirken bu sonuçları değerlendirdiği belirtilmiştir.

Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010), farklı otomobil seçeneklerinden en iyisini seçmek için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda otomobil seçiminde en önemli ölçütlerin sırasıyla güvenlik, fiyat ve yedek parça bulunabilirliği olduğu ortaya çıkmıştır. Kriter ağırlıkları ve sıralaması için AHP, alternatiflerin ağırlıkları ve sıralaması için TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçları karşılaştırmak için ise Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemine başvurulmuştur.

Şengül ve diğ. (2012), belediyeler tarafından hizmet sağlayan toplu taşıma aracı seçim problemi üzerinde çalışmışlardır. Özellikle ikili karşılaştırmalardaki sözel belirsizliği daha iyi ifade etmek amacıyla Bulanık AHP tekniklerinden biri olan Chang'ın Mertebe Analiz Yöntemi'ni kullanmışlardır. Bulanık sayıların sıralanmasında ise Kareli Ortalama ve Kwong-Bai yöntemi kullanılmış ve alternatifler sıralanmıştır.

Özbek (2012), küçük ölçekli bir işletmenin optimal hafif ticari aracın seçimi için bir karar modeli geliştirmiştir. ANP (Analitik Ağ Süreci) temeline dayanan bir model geliştirilerek, ölçütler arasındaki etkileşimler göz önüne alınmıştır. Yöntem, Türkiye pazarında satışa sunulan 11 model içerisinde ön eleme yoluyla 4'e indirilen modeller üzerinde uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Yıldız ve Ergül (2014), bulanık TOPSIS yöntemini kullandıkları çalışmalarında otomobil satın alma problemi üzerinde durmuşlardır. 3 KV'nin değerlendirmelerinin ortalamaları alınarak karar matrisleri oluşturulmuştur. Üçgensel dilsel sayılardan yararlanılmışlardır. Motor gücü, yakıt tüketimi, satış sonrası hizmet, silindir hacmi, satış fiyatı, estetik ve konfor kriterlerini kullanarak, 3 adet alternatif sıralanmıştır. Alternatif 2, satın almak için en uygun otomobil olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Arslan (2017), lojistik bir karar problemi olarak işletmelerin toplu araç alımı kararlarında ARAS ve AHP yöntemleri birlikte kullanılarak, bilimsel yöntemlerin uygulanabilirliği ve sonuçları üzerine çalışmıştır.

Galińska (2019), ÇKKV üzerine çalışmış olup, popüler yöntemlerden biri olan Electre III/IV yöntemi ile taşımacılık sektörü için araç seçimi problemi üzerinde

durmuştur. KV'ler ile görüşmelerin sonucunda 5 kriter seçilmiştir. Bu kriterler taşıma maliyeti, taşıma zamanı, taşınan malların güvenliği, ortalama yük faktörü, aracın yüklenebildiği yük olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak ulaştırmada akıllı karar verme üzerine önemli noktalara değinerek, bir uygulama gerçekleştirmiştir.

Süt ve diğ. (2019), yeşil ulaşım konusu üzerine çalışmışlardır. Kampüste ulaşım için çevre dostu araçlar önermişler ve 3 alternatif yakıtlı araç sunmuşlardır. AHP ve TOPSIS hibrit yöntemi kullanılarak seçim yapılmıştır. Sonuç olarak Kırıkkale Üniversitesi kampüsünde kullanılmak üzere çevre için en duyarlı kampüs içi ulaşım aracı seçimi gerçekleştirilmiştir.

Alakaş ve diğ. (2019), en iyi tıbbi hizmetin sunulması ve kritik durumlarda en kısa sürede hastanelere ulaşılabilmesi adına dört ambulans tedarikçisi arasından seçim yapmışlardır. 5 uzmana yapılan anketler yardımıyla ilgili kriterler değerlendirilmiştir. Çalışmada AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları elde edilmiştir. Sonrasında kriter ağırlıkları için TOPSIS yöntemi ve alternatiflerin sıralanması için VIKOR yöntemi kullanılarak ambulans tedarikçileri kendi aralarında değerlendirilmiştir.

Khan ve diğ. (2020), çalışmalarında gelişmekte olan bir ülke, Pakistan bağlamında belirlenen alternatifler arasından en iyi sürdürülebilir hibrit elektrikli aracı seçmeyi amaçlamışlardır. ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Toplam satın alma maliyeti, yakıt tasarrufu, hibrit pilin ömrü, yeniden satış değeri, konfor, güvenilirlik, güvenlik özellikleri, sera gazları kriterleri ile çalışılmıştır.

Ali ve diğ. (2020), Pakistan'da en yaygın kullanılan 7 araç arasında seçim yapmışlardır (Honda Civic (1.8 i-VTEC), Honda City (1.3), Honda BR-V (i-VTEC), Toyota Corolla GLI (1.3 Automatic), Toyota Aqua, Daihatsu Mira ve Toyota Vitz). Kriterler ise stil, yakıt ekonomisi, fiyat, konfor ve performans olarak belirlenmiştir. Dilsel ifadeler ile daha iyi çalışabildiği için FUCOM- Bulanık TOPSIS hibrit yöntemi ile çalışmışlardır. Sonuçlar AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kıyaslandığında, FUCOM- Bulanık TOPSIS hibrit yönteminin daha tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışmanın kapsamı sadece benzer işletmeler ve kararlarla sınırlı değildir; aynı zamanda malzeme yönetimi, tedarikçi seçimi, depo yerinin belirlenmesi gibi çoklu kriter ve alternatif içeren geniş bir yelpazedeki problemlere de ışık tutabilmektedir. İşletmelerin karşılaştığı karmaşık ve çeşitli zorluklara çözüm bulma süreçlerinde rehberlik sağlayabilir. Sadece filo aracı seçimi ile sınırlı kalmayarak çeşitli iş stratejilerine ve sektörlerle uyarlanabilir. Bu nedenle, bu çalışmanın yöntemsel

yaklaşımı, genel karar verme süreçlerine uygulanabilirliği ile birçok sektörde ve işletme senaryosunda değerli bir araç olarak görülebilir.

2.4. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Karar problemleri çoğunlukla tek kriter ya da alternatif içermezler. Örneğin kimse yalnızca fiyat kriterine bakarak bir telefon veya ev satın almamaktadır. Konumu, kalitesi, yedek parçası, prestiji ve performansı gibi çeşitli kriterler de önem taşımakta ve seçim kişisel tercihlerden etkilenmektedir. Yapılan her seçim sırasında alternatiflerin kriterlerine farklı önem (ağırlıklar) verilmektedir (Brans ve diğ., 1986, aktaran: Arslan, 2018). Çelişen somut ya da soyut kriterlere veya özelliklere göre karar gerektiren durumlarda en iyisini seçmek, seçenekleri sıralamak ya da sınıflandırmak için kullanılan yöntemler ÇKKV yöntemleri başlığı altında toplanmaktadır (Guitouni ve Martel, 1998, aktaran: Arslan 2018).

Birden çok unsur ya da kriterin baz alındığı problemlerin, amacına en uygun çözümü sunan yaklaşım ve yöntemlerin tümünü kapsayan bir dizi analiz sürecinin tümüne ÇKKV yöntemleri denilmektedir. Doğru kriter ve alternatiflerin seçilmesi, çalışmanın doğruluğu ve verimliliği açısından temelde en kritik adım olmaktadır.

ÇKKV alanındaki yöntemlerin evrimini ve gelişimini anlamak amacıyla, başta gelen ÇKKV yöntemleri ile geliştiren yazarları, yıllara göre sistemli bir şekilde sıralanarak ayrıntılı bir şekilde Tablo 2.3.'te sunulmuştur.

Tablo 2.3. ÇKKV yöntemleri ve geliştirenler tablosu

Yöntem	Geliştiren / Yıl
ELECTRE Yöntemi	Roy (1965)
MAUT Yöntemi	Fisburn (1967) Keeney (1974)
AHP Yöntemi	Saaty (1970'ler)
VIKOR Yöntemi	Yu (1973) Zeleny (1982)
CP Yöntemi	Zeleny (1973) Yu (1985)
ELECTRE II yöntemi	Roy ve Bertier (1973)
ELECTRE III	Roy (1978)

Tablo 2. 3. ÇKKV yöntemleri ve geliştirenler tablosu (Devam)

TOPSIS Yöntemi	Hwang ve Yoon (1981) Yoon (1987) Hwang, Lai ve Liu (1993)
UTA Yöntemi	Jacquet-Lagrece ve Siskos (1982)
PROMETHEE Yöntemi	Brans (1982)
Gri İlişkisel Analiz	Deng (1982)
ELECTRE IV	Roy ve Bouyssou (1983)
MACBETH Yöntemi	Bana e Costa, Vansnick ve De Corte (1990'lar)
COPRAS Yöntemi	Zavadskas ve Kaklauskas (1996)
ANP Yöntemi	Saaty (1996)
Copeland Yöntemi	Sanver (2000)
MOORA Yöntemi	Braures ve Zavadskas (2006)
UTA ^{GMS} Yöntemi	Greco, Mousseau ve Slowinski (2008)
ARAS Yöntemi	Turskis ve Zavadskas (2010)
BWM Yöntemi	Rezaei (2015)
COCOSO Yöntemi	Yazdani, Zarate, Zavadskas ve Turskis (2018)

Tez çalışmasında uygulama yöntemi olarak ÇKKV yöntemlerinden BWM ve CoCoSo yöntemleri seçilmiştir. Bunun sebebi yöntemin güncelliğini ve doğruluğunu korumasıdır. Ayrıca dilsel ifadeler üzerinde başarılı sonuçlar vermesi ve literatürde başarılı uygulamaları olması sebebiyle üçgen bulanık sayılar ile çalışılmıştır. BWM yöntemi kriterleri ağırlıklandırırken, CoCoSo yöntemi alternatiflerin kendi arasında sıralanmasına imkân sunmaktadır. Yöntemlerin detaylı adımlarına çalışmanın devamında yer verilmiştir.

2.5. Çok Kriterli Karar Verme Problemi Olarak Otomobil Seçimi

Otomobil seçimi gerek bireysel alımlarda gerek kurum ve araç kiralama firmaları için büyük önem arz eden kapsamlı bir problemdir. Sıradaki alt başlıkta bu probleminden ve öneminden bahsedilmiştir.

2.5.1. Otomobil seçimi problemi ve önemi

Otomobiller, dünya genelinde günlük hayatın ayrılmaz bir parçası olup, genellikle ev alımından sonra yapılan en büyük harcamalardan biridir. Ortalama bir otomobilin

maliyeti 15,000 ABD dolarını aştığından, doğru bir seçim yapma süreci büyük bir karar haline gelmektedir. Yeni bir otomobil alımı, bir karar alma süreci ve müşteri tercihlerinin bir yansıması olarak değerlendirilmektedir. Alıcılar, genellikle yeni bir otomobil satın almadan önce finansal durumlarını gözden geçirir ve mevcut seçenekleri değerlendirmektedir. Potansiyel bütçe, hangi otomobili alacaklarına karar vermede belirleyici bir faktördür. Güvenlik, genellikle yeni bir otomobil arayan kişilerin öncelik verdiği bir faktördür, ancak yakıt ekonomisi, konfor ve kullanışlı özellikler, sigorta bilgileri, teknik özellikler, garanti ve ikinci el değeri gibi diğer önemli faktörler de dikkate alınır. Üreticiler, müşteri taleplerindeki sürekli değişikliklere ayak uydurabilmek ve yeni ve geliştirilmiş tasarımlar sunabilmek için üretim teknolojileri üzerine ağırlık vermektedirler. Son dönemde, üretim ömrü kısalma eğilimindedir. Örneğin, Amerika'daki General Motors şirketi, sürüş deneyimini iyileştirmek ve modern sürücülerin değişen ihtiyaçlarına uyum sağlamak amacıyla çığır açan teknolojiler geliştirmektedir. Böylece gelişmiş otomobiller daha çekici bir satın alma seçeneği haline gelmektedir (Byun, 2001).

Günümüzde gelişen teknoloji ile paralel olarak oldukça ileri teknolojik özelliklere sahip otomobiller üretilmektedir. Otomobillerin sadece ulaşım amaçlı kullanıldığı 1960'lı yıllardan farklı olarak günümüzde otomobillerin kullanım amaçları çeşitlenmektedir. Günümüzde tüketiciler, bir otomobilden pek çok farklı özellikler beklemektedirler. Bu bağlamda istenilen özelliklere sahip bir otomobilin satın alınmasına karar verilmesinde birden fazla kriter etkili olmaktadır (Yayla ve Yıldız, 2013).

Sürekli değişen müşteri talepleri nedeniyle, otomobil üreticileri müşterileri memnun etmek amacıyla sürekli olarak ürünlerini güncellemektedir. Yeni modellerin tanıtılması veya mevcut modellerin ek özelliklerle değiştirilmesi, bayiler tarafından sunulan indirim teklifleri, bankaların sağladığı kredi imkanları ve artan yakıt fiyatları, müşterilerin yeni bir araç satın alma kararı verirken baskı altında hissetmelerine neden olmaktadır. Hindistan'daki müşterilerin otomobil seçimi, aracın dış görünümü, iç mekân, ek özellikler, yolda güvenilirlik, satış sonrası hizmet gibi önemli nitel kriterlere dayanmaktadır; aynı zamanda fiyat, kilometre, silindir hacmi, güç, tork ve hizmet konumu gibi önemli nicel kriterleri içermektedir. Gerekli bütçe içindeki mevcut modelleri karşılaştırarak önemli nitel ve nicel kriterleri göz önünde bulundurarak en iyi otomobili seçmek, karmaşık bir karar sürecidir. Tüm mevcut otomobiller arasından en iyisini seçmek hem nitel hem de nicel kriterleri dikkate alan iyi bir analitik yaklaşım gerektirir (Patil, 2017).

Rekabetin giderek yoğunlaştığı bir ortamda, otomobil üreticileri müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için en iyi ürünleri sunmak için mücadele etmektedir. Müşterilerin dikkate aldığı geniş kriter yelpazesine göre, kriterlerin farklı önem dereceleri göz önüne alınarak otomobil seçmek zorlu bir süreçtir. Bu nedenle, ilgili kriterleri tanıma ve önceliklendirme konusunda etkili bir araç, güvenilir bir değerlendirme yöntemi geliştirmek önemlidir. ÇKKV, alternatifleri belirli kriterlere göre analiz etmek için kullanılmaktadır. Bu yöntemler çok sayıda ve çatışan değerlendirmelerle karşılaşan KV'ler destek sağlamayı amaçlayan bir disiplindir (Ulkhay ve diğ., 2018).

Bugün otomotiv sektörü, teknik parametrelerine ve enerji kaynaklarına göre (benzin, mazot, LPG, biyoyakıtlar, elektrik akımı vb. belirli araba türlerini karakterize eden özelliklerin çeşitlenmesi ve işletme maliyetlerindeki farklılıklar) ayrılmış otomobil alanında geniş bir ürün yelpazesi sunmaktadır. Bu çeşitliliğin arasında, kullanıcıya ve ihtiyaca yönelik en uygun seçimi yapabilmek büyük bir önem taşımaktadır (Sendek-Matysiak, 2019).

Günümüzde otomobiller insan hayatında bir lüksten fazlası haline gelmiştir. Artık otomobiller çoğunluk tarafından ulaşılabilir olmuş ve bir ihtiyaç olarak görülmeye başlanmıştır. Otomobil seçimi kolay bir seçim gibi gözükse de gelişen teknolojiler ve üretici sayısındaki artış gibi faktörler problemi karmaşıklştırmaktadır. Çoğu zaman, insanlar bir arabanın güvenliğine öncelik verirken, diğerleri performanslarını veya kat ettikleri mesafeyi önemseyebilmektedir. Değişen müşteri talepleri ile otomobil üreticileri de hibrit ve elektrikli otomobiller gibi yeni teknolojileri tanıtarak tasarımlarını geliştirmişlerdir. Böylece otomobil seçimi giderek daha karmaşık bir karar verme problemi haline almaktadır (Ali ve diğ., 2020).

Araç kiralama hizmetleri, şehir içi ulaşım sistemlerinde son yıllarda giderek daha iyi gelişen bir çözüm haline gelmiştir. Hızla yaygınlaşmasının yanı sıra, hizmet sağlayıcılar birbirleriyle rekabet edebilmek için artmakta olan zorlukla yüzleşmek zorundadırlar. Bunlardan biri de müşterilerin sistemde sunulan araç filosu ile ilgili beklentilerinin karşılanmasıdır. Bu husus, literatür taramasında ağırlıklı olarak filo optimizasyonu ve yönetimi açısından fark edilirken, uygun araç modellerinin seçimi konusunda bir araştırma boşluğu bulunmaktadır (Turon, 2022). Bu çalışma araç seçimi konusundaki bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

2.5.2. Otomobil seçimi problemi için kriterler

Tez çalışmasının uygulama aşamasında yol gösterici olabilmesi için literatürde otomobil seçimi üzerine taranılan çalışmalarda bir defadan çok rastlanan kriterler Tablo 2.4.'te sunulmuştur.

Tablo 2.4. Literatürde otomobil seçimi üzerine taranılan çalışmalarda bir defadan çok rastlanan kriterler

Kriterler	Kullanan Yazarlar / WOS	Kullanan Yazarlar / Google Akademik
Fiyat	Yousefi, ve Hadi-Vencheh (2010)	Tang ve Beynon (2005)
	Kabak ve Uyar (2013)	Güngör ve İşler (2005)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Ballı, Karasulu ve Korukoğlu, (2007)
	Guo ve Zhao (2017)	Bozdemir ve Yılmaz (2009)
	Sendek-Matysiak (2019)	Şişman ve Eleren (2013)
	Khan, Ali ve Khan (2020)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
	Ali, Mehmood, Hüzaifa, Yasir ve Khan (2020)	Yıldız ve Ergül (2014)
	Sonar ve Kulkarni (2021)	
	Turon (2022)	
Turon, Kubik ve Chen (2022)		
Yakıt tüketimi/ tasarrufu	Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010)	Güngör ve İşler (2005)
	Kabak ve Uyar (2013)	Ballı, Karasulu ve Korukoğlu (2007)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Bozdemir ve Yılmaz (2009)
	Sendek-Matysiak (2019)	Şişman ve Eleren (2013)
	Ali, Mehmood, Hüzaifa, Yasir ve Khan (2020)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
	Khan, Ali ve Khan (2020)	Yıldız ve Ergül (2014)
	Çakır, Taş ve Ulukan (2021)	
	Turon (2022)	
	Turon, Kubik ve Chen (2022)	
Güvenlik	Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010)	Tang ve Beynon (2005)
	Kabak ve Uyar (2013)	Güngör ve İşler (2005)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Ballı, Karasulu ve Korukoğlu (2007)
	Guo ve Zhao (2017)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
	Khan, Ali ve Khan (2020)	
	Çakır, Taş ve Ulukan (2021)	
	Turon (2022)	

Tablo 2.4. Literatürde otomobil seçimi üzerine taranılan çalışmalarda bir defadan çok rastlanan kriterler (Devam)

Konfor	Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010)	Tang ve Beynon (2005)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Güngör ve İşler (2005)
	Guo ve Zhao (2017)	Bozdemir ve Yılmaz (2009)
	Ali, Mehmood, Hüzaifa, Yasir ve Khan (2020)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
	Çakır, Taş ve Ulukan (2021)	Yıldız ve Ergül (2014)
Motor gücü/hacmi	Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010)	Bozdemir ve Yılmaz (2009)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Şişman ve Eleren (2013)
	Turon (2022)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
	Turon, Kubik ve Chen (2022)	Yıldız ve Ergül (2014)
Estetik/Stil/Renk	Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010)	Tang ve Beynon (2005)
	Guo ve Zhao (2017)	Şişman ve Eleren (2013)
	Ali, Mehmood, Hüzaifa, Yasir ve Khan (2020)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014) Yıldız ve Ergül (2014)
İkinci el satış değeri	Kabak ve Uyar (2013)	Güngör ve İşler (2005)
	Khan, Ali ve Khan (2020)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
		Yıldız ve Ergül (2014)
Performans	Kabak ve Uyar (2013)	Ballı, Karasulu ve Korukoğlu (2007)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Şişman ve Eleren (2013)
	Ali, Mehmood, Hüzaifa, Yasir ve Khan (2020)	
Bakım maliyetleri	Kabak ve Uyar (2013)	Güngör ve İşler (2005)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
Satış sonrası hizmet	Kabak ve Uyar (2013)	Yavas, Ersoz, Kabak ve Ersoz (2014)
	Yayla ve Yıldız (2013)	Yıldız ve Ergül (2014)
Hız	Sendek-Matysiak (2019)	Güngör ve İşler (2005) Bozdemir ve Yılmaz (2009)
Marka/Sevgi derecesi	Yousefi ve Hadi-Vencheh (2010)	Güngör ve İşler (2005)
	Yayla ve Yıldız (2013)	

Tablo 2.4.'e göre en çok kullanılan kriter “fiyat” kriteridir. İkincisi ise “yakıt tüketimi/ tasarrufu” kriteri olmuştur. Bu kriterleri sırasıyla “güvenlik”, “konfor”, “motor gücü/hacmi”, “estetik/stil/rek”, “ikinci el satış değeri”, “performans”, “bakım maliyetleri”, “satış sonrası hizmet”, “hız”, ve “marka/sevgi derecesi” kriterleri izlemektedir. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde uzman görüşleri aşamasında tablodaki kriterlerden yararlanılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde sırasıyla bulanık mantık, bulanık mantık için üyelik fonksiyonları, bulanık üçgen sayılar, BWM yöntemi, CoCoSo yöntemi, bulanık BWM yöntemi ve bulanık CoCoSo yöntemi konu başlıkları ele alınmıştır.

3.1. Bulanık Mantık

Mantık, bilgileri ve aralarındaki ilişkileri inceleyerek, doğru ile yanlış arasındaki ayrımı yapan ve ona göre sonuçlar elde eden bir disiplindir. İlk olarak Aristoteles tarafından kurulmuştur ve bir felsefe dalı olarak kabul görmüştür. Ardından kendi başına bir alan haline gelmiştir. Günümüzde matematik ve bilgisayar bilimine de dahil olmuş bir disiplindir. Klasik mantık eğer yargı doğrudurysa "1", yanlışsa "0" değerini alarak ilerlemektedir. Lotfi A. Zadeh tarafından 1965'te tanıtilen, kesin olmayan bilginin ilkesi olan bulanık mantık ise klasik mantıktaki doğru ya da yanlış ifadeleri yerine kısmi doğruluk ifadesi ile ilgilenmektedir. Böylece bulanık mantıkta bir önermenin doğruluk derecesinin 0 ile 1 arasındaki herhangi bir gerçek sayı olabileceği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak kesin yargılara dayanan klasik mantığın aksine, bulanık mantık belirsiz yargılar ile rahatlıkla çalışabilmektedir. Bunun için üyelik fonksiyonlarından yararlanmaktadır.

İnsanlar gün içerisinde sağduyularına güvenerek belirsiz ve muğlak sezgisel ifadeler kullanmaktadırlar. Örneğin, fiyat özelliği, "Bu arabanın fiyatı çok pahalı" ifadesinde dilsel olarak ifade edildiğinde "çok pahalı" olarak değer almaktadır. Bu değer bulanık kümeler kullanılarak matematiksel olarak ifade edilebilmektedir (Radojevic ve Petrovic, 1997, aktaran: Ballı ve diğ., 2007).

Bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinin belirsiz ortamlardaki problemleri kolaylıkla çözebilen bir uzantısıdır. Bir bulanık küme olan \tilde{a} , çiftler kümesi olarak (U, m) şeklinde gösterilmektedir. Burada U örnek uzayı temsil etmektedir ve $m: U \rightarrow [0, 1]$ aralığında temsil edilmektedir. $\mu_{\tilde{a}}(x)$ simgesi x elemanın \tilde{a} bulanık kümesine üyelik derecesini ifade etmektedir. $\mu_{\tilde{a}}(x)$ 'e göre, X evrensel kümeyi temsil etmektedir ve her bir x ögesi $[0, 1]$ aralığında gerçek bir sayıya eşlenmektedir (Zadeh, 1965).

Tanım 1: $\tilde{a} \in F(R)$ bir bulanık sayı olsun, aşağıdaki durumlarda:

- $\mu_{\tilde{a}}(x_0) = 1$ olacak şekilde $x_0 \in R$;
- Herhangi bir $\alpha \in [0, 1]$ için, $\tilde{a}_\alpha = [x, \mu_{\tilde{a}_\alpha}(x) \geq \alpha]$ kapalı bir aralıktır.

Burada R reel sayılar kümesidir ve $F(R)$ bulanık kümeyi temsil etmektedir.

3.1.1. Bulanık mantık üyelik fonksiyonları

Bir bulanık küme tamamen üyelik fonksiyonu ile karakterize edilmektedir. Kullanımdaki çoğu bulanık küme, R gerçek doğrusundan oluşan bir X söylem evrenine sahip olduğundan, bir üyelik fonksiyonunu tanımlayan tüm çiftleri listelemek pratik olmamaktadır. Bir üyelik fonksiyonunu tanımlamanın daha uygun bir yolu onu matematiksel bir formül olarak ifade etmektir (Jang ve diğ., 1997; s.17).

Üyelik fonksiyonları, tek boyutlu üyelik fonksiyonları, iki boyutlu üyelik fonksiyonları ve çok boyutlu üyelik fonksiyonları olarak üçe ayrılmaktadır. Sıklıkla kullanılan tek boyutlu üyelik fonksiyonlarıdır. Bunlar; üçgen üyelik fonksiyonu, yamuk üyelik fonksiyonu, Gauss üyelik fonksiyonu, çan eğrisi üyelik fonksiyonu, π -şekilli üyelik fonksiyonu ve S -şekilli üyelik fonksiyonlarıdır. Üçgen üyelik fonksiyonları, basit formülleri ve hesaplama verimlilikleri nedeniyle özellikle gerçek zamanlı uygulamalarda sıkça tercih edilmiştir (Ali ve diğ., 2015).

Ali ve diğ. (2015), üçgen üyelik fonksiyonu, yamuk üyelik fonksiyonu ve Gauss üyelik fonksiyonunu Antenna Azimuth pozisyonu kullanarak bulanık mantık kontrol performanslarını karşılaştırılarak sonuçlar analiz edilmiştir. Üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarının aşma ve yükselme süresi açısından benzer bir yanıt sergilediği tespit edilmiştir. Ancak, üçgen üyelik fonksiyonunun özellikle hedef konum açısının artırılmasıyla kararlı durum davranışında daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Her ne kadar Gauss üyelik fonksiyonunun tepkisi tüm durumlarda zayıf olsa da bu durum, Gauss üyelik fonksiyonunun olasılık ve istatistik verileriyle ilgilenen sistemlerde daha iyi kullanılabileceği görüşünü desteklemektedir. Bu sebeple çalışmada tek boyutlu üyelik fonksiyonlarından üçgen üyelik fonksiyonu ile çalışılmıştır.

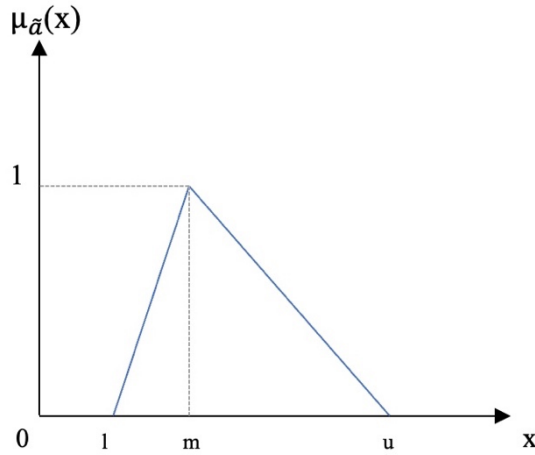
3.1.1.1. Üçgen üyelik fonksiyonu

Üçgen bir üyelik fonksiyonu, aşağıdaki gibi üç parametre $\{l, m, u\}$ ile gösterilmektedir.

Tanım 2: R üzerindeki bir üçgen bulanık sayı \tilde{a} , üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{a}}(x): R \rightarrow [0, 1]$ tanımlı ise aşağıdaki denklem (3.1)'deki gibi tanımlanmaktadır.

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x < m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (3.1)$$

Burada l , m ve u sırasıyla \tilde{a} kümesinin alt, modal ve üst değerini temsil etmekte olup, bunların tümü kesin sayılardır ($-\infty < l \leq m \leq u < \infty$). Bir üçgen bulanık sayı, (l, m, u) olarak temsil edilmektedir. $\tilde{a}_i = (l_i, m_i, u_i)$ olarak ifade edilmektedir.



Şekil 3. 1. Üçgen üyelik fonksiyonu grafiği

Tanım 3: Dereceli ortalama entegrasyon gösterimi yöntemiyle, \tilde{a}_i 'nin dereceli ortalama entegrasyon gösterimi $R(\tilde{a}_i)$ aşağıdaki şekildedir (Chen ve Hsieh, 2000).

$$R(\tilde{a}_i) = \frac{l_i + 4m_i + u_i}{6} \quad (3.2)$$

3.1.2. Bulanık mantık uygulama alanları

Bulanık mantık gündelik hayatımızın birçok yerinde farklı sistemlerin bir parçası olarak hayatımıza dahil olmaktadır. Bu başlık altında bulanık mantığın yoğun olarak uygulandığı alanlara yer verilmiştir (https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_applications.htm).

- Havacılık Sektörü
 - Uzay aracının irtifa kontrolü
 - Uydu irtifa kontrolü
 - Uçak buz çözme araçlarında akış ve karışım düzenlemesi
- Otomotiv Sektörü
 - Rölanti hızı kontrolü için eğitilebilir bulanık sistemler
 - Otomatik şanzıman için vites denetleyicisi
 - Akıllı otoyol sistemleri

- Trafik kontrolü
- Otomatik şanzımanların verimliliğini artırma
- İşletme
 - Karar destek sistemleri
 - Büyük bir şirkette personel değerlendirmesi
- Savunma Sanayi
 - Su altı hedef tanıma
 - Termal kızılötesi görüntülerde otomatik hedef tanıma
 - Donanma karar destek yardımcıları
 - Hiper hız önleyici kontrolü
 - NATO karar verme sürecinin bulanık küme modellemesi
- Elektronik
 - Video kameralarda otomatik pozlama kontrolü
 - Hava temizleyici/nemlendirici cihazlar
 - İklimlendirme sistemleri
 - Çamaşır makinesi zamanlaması
 - Mikrodalga fırınlar
 - Elektrikli süpürgeler
- Finans
 - Para transfer kontrolü
 - Fon yönetimi
 - Borsa tahminleri
- Endüstriyel
 - Çimento fırınlarında ısı değiştirici kontrolü
 - Aktif atık su/ çamur arıtma proses kontrolü
 - Su arıtma tesisi kontrolü
 - Endüstriyel kalite güvencesi için kantitatif model analizi
 - Yapısal tasarımda kısıtlama tatmin problemlerinin kontrolü
- Üretim
 - Peynir üretiminin optimizasyonu
 - Süt üretiminin optimizasyonu

- Denizcilik
 - Gemiler için otomatik pilot
 - Optimal rota seçimi
 - Otonom su altı araçlarının kontrolü
 - Gemi dümeni kontrolü
- Tıp
 - Tıbbi teşhis destek sistemi
 - Anestezi sırasında arter basıncının kontrolü
 - Anestezinin çok değişkenli kontrolü
 - Alzheimer hastalarında nöropatolojik bulguların modellenmesi
 - Radyoloji teşhisleri
 - Diyabet ve prostat kanserinin bulanık çıkarım teşhisi
- Menkul kıymetler
 - Menkul kıymet ticareti için karar sistemleri
 - Çeşitli güvenlik cihazları
- Ulaşım
 - Otomatik yer altı tren işletimi
 - Tren tarifesi kontrolü
 - Demiryolu ivmesi
 - Frenleme ve durdurma
- Örüntü Tanıma ve Sınıflandırma
 - Bulanık mantık tabanlı konuşma tanıma
 - Bulanık mantık tabanlı el yazısı tanıma
 - Bulanık mantık tabanlı yüz karakteristik analizi
 - Komut analizi
 - Bulanık görsel arama
- Psikoloji
 - İnsan davranışının bulanık mantık tabanlı analizi
 - Bulanık mantık muhakemesine dayalı suç soruşturması ve önleme

Yukarıdaki alanlar başta olmak üzere birçok farklı alanda bulanık mantık insanlara çeşitli kolaylıklar sunmaktadır.

3.1.3. Bulanık mantık kullanımında avantajlar ve dezavantajlar

Bulanık mantık hayatımızın büyük bir paydasında fayda sağlamasına karşın bazı dezavantajları da bünyesinde barındırmaktadır. Bajpai ve Kushwah (2019), bahsedilen avantaj ve dezavantajlardan bir kısmını aşağıdaki gibi sıralamıştır.

- Avantajlar
 - Sonuçlarda yüksek hassasiyete sahip olması
 - İnsan muhakemesine yakın benzer sonuçlar sunması
 - Gerçek dünyadaki doğrusal veya doğrusal olmayan karmaşıklıkları çözmek için basit matematiksel modeller kullanması
 - Hızlı operasyonlar ve karar kontrolü için kullanılması
 - Kural tabanlı modelleme ve üyelik ölçümleri için çok kullanışlı olması
- Dezavantajları
 - Düşük hız ve uzun çalışma süresine ihtiyaç duyması
 - Eş zamanlı yanıtlamada zayıf olması
 - Kesin sonuçlar için, muhakeme kurallarını da artıran önemli miktarda veriye ihtiyaç duyması
 - Sistemin geri bildirimini kullanmaması

3.2. BWM Yöntemi ve Adımları

BWM yöntemi, 2015 yılında Rezaei tarafından önerilmiş olup, daha az veri karşılaştırmasına ihtiyaç duymaktadır. İkili karşılaştırmalara dayalı olarak farklı kriterlere göre kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıkları elde edilmektedir (Guo ve Zhao, 2017). BWM yöntemi, en iyi kriter ile diğer kriterleri ve diğer tüm kriterleri de en kötü kriter ile karşılaştıran çok kriterli bir karar verme yöntemidir. BWM yöntemi ile tüm kriterler arasında ikili karşılaştırma yapma ihtiyacı ortadan kalkmaktadır. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için matematiksel bir model oluşturulmuş ve yöntemin güvenilirliğini kontrol etmek için yeni bir tutarlılık oranı tanımı yapılmıştır (Rezaei, 2015, aktaran: Mou ve diğ., 2016, aktaran: Çakır ve Can, 2019).

Tablo 3.1. Göreceli önem ölçeği (Saaty, 1986)

Değer	Açıklama
1	Eşit öneme sahip
3	Biraz daha önemli
5	Orta derecede daha önemli
7	Önemli
9	Kesin olarak daha önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Rezaei (2015)'e göre BWM yönteminin adımları sırasıyla aşağıda verilmiştir. n adet kritere sahip bir problem üzerinde çalışıldığı kabul edildiğinde ve bu kriterleri 1/9 ila 9 arası bir ölçek kullanılarak ikili bir karşılaştırma yapılması istendiğinde, aşağıdaki gibi bir matris elde edilmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

Burada a_{ij} , i kriterinin j kriterine göre göreceli tercihini göstermektedir. $a_{ij} = 1$, i ve j 'nin aynı öneme sahip olduğunu göstermektedir. $a_{ij} > 1$ ile i 'nin j 'den daha önemli olduğu, $a_{ij} = 9$ ise i 'nin j için çok fazla önemli olduğu gösterilmektedir. i için j 'nin önemi a_{ji} ile gösterilmiştir. A matrisinin ters olması için, tüm i ve j için $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ve $a_{ii} = 1$ olması gerekmektedir. A matrisinin tersi özelliği göz önüne alındığında, tamamlanmış bir A matrisi elde etmek için $n \times (n - 1) / 2$ adet ikili karşılaştırmaya sahip olmak gerekmektedir. İkili karşılaştırma matrisi A'nın aşağıdaki durumlarda tamamen tutarlı olduğu kabul edilmektedir.

$$a_{ik} \times a_{kj} = a_{ij}, \quad \forall i, j \quad (3.4)$$

Adım 1: Kriterlerin belirlenmesi

Kriterler, alternatifler arasında uygun şekilde değerlendirme yapabilmek adına büyük önem arz eden bir dizi karar unsurundan oluşmaktadır. Kriterlerin belirlenmesinde uzman görüşünden ve literatürden yararlanılmaktadır. Karar kriterlerinin değerleri, farklı alternatiflerin performanslarını yansıtmaktadır. Bir karara varmak için kullanılması gereken kriterler göz önünde bulundurulmalıdır $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$.

Adım 2: En iyi (en önemli) ve en kötü (en az önemli) kriterlerin belirlenmesi

Bu adımda, KV genel olarak en iyi ve en kötü kriterleri belirlemektedir. Bu aşamada herhangi bir karşılaştırma yapılmamaktadır.

Adım 3: En iyi kriter için referans karşılaştırmaları gerçekleştirilmesi

Referans karşılaştırmaları, BWM yöntemi için oldukça önemli bir adımdır. 1 ile 9 arasında bir sayı kullanarak en iyi kriterin diğer tüm kriterlere göre tercihi belirtilmektedir. Ortaya çıkan en iyiden diğerlerine vektörü ise aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}) \quad (3.5)$$

A_B , en iyiden diğerlerine vektörünü temsil etmektedir. a_{Bj} , en iyi kriterin j , ($j=1,2,\dots,n$) kriterine göre tercihini temsil etmektedir. $a_{BB} = 1$ olarak ifade edilmektedir.

Adım 4: En kötü kriter için referans karşılaştırmalarının gerçekleştirilmesi

1 ile 9 arasında bir sayı kullanarak tüm kriterlerin en kötü kritere göre tercihi belirlenmelidir. Ortaya çıkan diğerlerinden en kötüye vektörü şöyle aşağıdaki şekilde olmaktadır:

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T \quad (3.6)$$

Burada A_W diğerlerinden en kötüye vektörünü temsil etmektedir. a_{iW} , i kriterinin en kötü kritere göre tercihini göstermektedir. $a_{WW} = 1$ olarak ifade edilmektedir.

Adım 5: Optimal ağırlıkların belirlenmesi ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$)

Her bir kriter için optimal ağırlık, her bir w_B/w_j ve w_j/w_W çifti için $w_B/w_j = a_{Bj}$ ve $w_j/w_W = a_{jW}$ olmalıdır. Tüm koşulları sağlamak için, maksimum mutlak boşlukların $|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}|$ ve $|\frac{w_j}{w_W} - a_{jW}|$ kullanılarak her j değeri için minimize edilmelidir. Bu nedenle, optimal ağırlıkları ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$) belirlemek için kısıtlı optimizasyon modeli aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\begin{aligned} \min \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\} \\ \text{s. t.} \\ \sum_{j=1}^n w_j = 1 \\ w_j \geq 0, \quad \forall j \end{aligned} \quad (3.7)$$

Denklem (3.7) aşağıdaki doğrusal olmayan kısıtlı optimizasyon problemi haline getirilmiştir.

$$\begin{aligned}
& \min \tilde{\xi} \\
& \text{s. t.} \\
& \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi \\
& \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \leq \xi \\
& \sum_{j=1}^n w_j = 1 \\
& w_j \geq 0, \quad \forall j
\end{aligned} \tag{3.8}$$

Denklem (3.8) sonucunda, optimal ağırlıklar $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ ve ξ^* elde edilmektedir.

Karar verme problemlerinde, j kriterine göre i alternatifinin değeri p_{ij} ile ifade edilmektedir. Amaç en iyi (uygun) alternatifi seçmek olduğu için, her alternatif için genel en iyi değer (V_i) hesaplanmaktadır. Kriterler ağırlıkları $w_j \geq 0, \sum w_j = 1$ olmalıdır. Her alternatif için V_i değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
V_i &= \sum_{j=1}^n w_j p_{ij} \\
V_i & \quad \forall i
\end{aligned} \tag{3.9}$$

V_i değerleri sıralanarak en iyi alternatif bulunmaktadır. Çoğu ÇKKV yöntemi bu modele dayanmaktadır.

3.2.1. BWM yöntemi için tutarlılık oranı

Tutarlılık oranı (TO), ikili karşılaştırmaların tutarlılık derecesi anlamına gelmektedir. Bu kısımda Rezai (2015)'e göre BWM yöntemi için tutarlılık oranından bahsedilmiştir.

Tanım 4: Bir karşılaştırma, $a_{Bj} \times a_{jW} = a_{BW}$ ise tamamen tutarlı olduğu anlamına gelmektedir, burada a_{BW} , a_{Bj} ve a_{jW} sırasıyla en iyi kriterin en kötü kritere göre tercihi, j kriterine göre en iyi kriterin tercihi ve en kötü kritere göre j kriterinin tercihini ifade etmektedir. Pratikte ikili karşılaştırma ile ilgili j kriteri için tutarsızlıklar olabilir. Tutarlılık oranı, bulanık bir ikili karşılaştırmaların ne kadar tutarlı olduğunu kontrol etmek için kullanılmaktadır. TO değeri ne kadar küçükse (sıfıra yakın) o kadar tutarlı olduğu anlamına gelmektedir.

BWM yöntemi için TO aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$a_{ij} \in \{1, \dots, a_{BW}\}$ burada mümkün olan en yüksek a_{BW} değeri 9'dur (veya KV tarafından belirlenen herhangi bir maksimum değer olabilir). $a_{Bj} \times a_{jW} = a_{BW}$ olmalıdır, $a_{Bj} \times a_{jW}$, a_{BW} 'den daha yüksek veya daha düşük olduğu durumlarda ise bulanık ikili karşılaştırmalarda tutarlılık azalmaktadır. a_{Bj} ve a_{jW} değerleri en yüksek olduğunda (a_{BW} 'ye eşit olduğunda), eşitsizlik en büyük değere ulaşmaktadır. Bunun sonucunda ξ değeri oluşmaktadır. $(w_B/w_j) \times (w_j/w_W) = w_B/w_W$ eşitlik ilişkisine göre en büyük eşitsizlik göz önüne alınırsa, aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

$$(a_{Bj} - \xi) \times (a_{jW} - \xi) = (a_{BW} + \xi) \quad (3.10)$$

Maksimum tutarsızlık $a_{Bj} = a_{jW} = a_{BW}$ için, denklem (3.10) aşağıdaki gibi yazılmaktadır.

$$(a_{BW} - \xi) \times (a_{BW} - \xi) = (a_{BW} + \xi) \quad (3.11)$$

Denklem (3.11) aşağıdaki şekilde yazılabilmektedir.

$$\xi^2 - (1 + 2a_{BW})\xi + (a_{BW}^2 - a_{BW}) = 0 \quad (3.12)$$

Denklem (3.12) farklı $a_{BW} \in \{1, 2, \dots, 9\}$ değerleri için çözülerek, maksimum ξ değeri BWM tutarlılık indeksi olarak kullanılmaktadır. BWM yöntemi için KV'lerin tutarlılık indeksi (Tİ) Tablo 3.2.'de listelenmiştir.

Tablo 3.2. BWM yöntemi için tutarlılık indeksi (Tİ) tablosu (Rezaei, 2015)

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tİ	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

Tutarlılık oranı, ξ^* ve karşılık gelen tutarlılık indeksi kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\xi^*}{\text{Tutarlılık İndeksi}} \quad (3.13)$$

3.3. Bulanık BWM Yöntemi ve Adımları

Bir araştırma konusunun n adet kritere sahip olduğu varsayılırsa, bu n adet kriter üzerinden bulanık ikili karşılaştırmalar yapılabilmektedir. KV'ler bu karşılaştırmayı dilsel değişkenlere (terimlere) dayalı olarak gerçekleştirebilmektedirler. Bu değişkenler 'Eşit', 'Az önemli', 'Önemli', 'Çok önemli' ve 'Kesinlikle önemli' olarak ifade

edilmektedirler. Sonraki adımda dilsel değerlendirmelerinin bulanık derecelendirmelere dönüştürülmesi gerekmektedir ve dönüşüm kuralları Tablo 3.3.'te listelenmiştir.

Tablo 3.3. Dilsel değişkenlerinin dönüşüm kuralları (Zhao ve Guo, 2017)

Dilsel Terimler	Üyelik Fonksiyonu
Eşit	(1, 1, 1)
Az Önemli	(2/3, 1, 3/2)
Önemli	(3/2, 2, 5/2)
Çok Önemli	(5/2, 3, 7/2)
Kesinlikle Önemli	(7/2, 4, 9/2)

Bulanık BWM yöntemi gibi nispeten yeni ÇKKV yöntemleri, dilsel ifadelerle dayalı kriterler ile başa çıkabilmektedirler. Seçim sürecinde bulanık BWM yöntemi, insanların yargılarını ve davranışlarını karakterize eden öznel verileri kullanmaktadır. AHP yönteminden farklı olarak bulanık BWM yöntemi, değerlendirme kriterlerinin tutarlı bir şekilde ikili karşılaştırmasının yapılmasına olanak tanımaktadır (Ecer ve Pamucar, 2020).

Bulanık karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\tilde{A} = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \cdots & c_n \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.14)$$

Burada \tilde{a}_{ij} , i kriterinin üçgen bulanık sayı olan j kriterine göre bulanık değerini temsil etmektedir. $i=j$ olduğunda ise $\tilde{a}_{ij} = (1, 1, 1)$ şeklinde ifade edilmektedir. BWM yöntemine göre tamamlanmış bir \tilde{A} matrisi elde etmek için daha az bulanık ikili karşılaştırma matrisine ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece diğer birçok ÇKKV yöntemine göre kolaylık sağlamaktadır.

Tanım 5: Bir ikili karşılaştırma (\tilde{a}_{ij}), eğer i en iyi kriter ise ve j en kötü kriter ise, bu değerler bulanık karşılaştırma matrisi için referans olarak tanımlanmaktadır. Bulanık BWM yönteminde \tilde{A} için, $(n-2) + (n-2) + 1 = 2n-3$ tane olmak üzere bulanık karşılaştırması matrisi gerçekleştirilmektedir (Guo ve Zhao, 2017).

Bulanık BWM yöntemi kullanılarak hem kriterlerin bulanık ağırlıkları hem de alternatiflerin farklı kriterlere göre bulanık ağırlıkları belirlenebilmektedir. Kriterlerin bulanık ağırlıklarının belirlenmesi için kriterler üzerinden bulanık karşılaştırmalar yapılmaktadır. Alternatiflerin farklı kriterlere göre bulanık ağırlıklarını belirlemek için

ilgili alternatifler her bir kritere göre bulanık olarak karşılaştırılmaktadır. Son olarak, alternatiflerin bulanık sıralama puanları, farklı kriterlere göre alternatiflerin bulanık ağırlıklarından ilgili kriterlerin bulanık ağırlıkları ile çarpılarak elde edilebilmektedir ve daha sonra alternatiflerin net sıralama puanları (gerekirse), optimal bir alternatif seçimi için dereceli ortalama entegrasyon gösterimi yöntemi kullanılarak hesaplanabilmektedir (Guo ve Zhao, 2017).

Bu çalışmada, bulanık BWM yöntemi, kriterlerin bulanık ağırlıklarını belirlemek için kullanılmıştır. Guo ve Zhao (2017)'ye göre yöntem adımları sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Adım 1: Kriterlerin belirlenmesi

Kriterler, alternatifler üzerinde makul bir şekilde değerlendirme yapmak için önemli olan bir dizi karar unsurundan oluşur. Kriterlerin belirlenmesinde uzman görüşünden ve literatürden yararlanılabilir. Karar kriterlerinin değerleri, farklı alternatiflerin performanslarını yansıtmaktadır. n tane karar kriteri $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ varsayılmıştır.

Adım 2: En iyi (en önemli) kriter ve en kötü (en az önemli) kriterin belirlenmesi

Belirlenen kriterlerin içerisinde, KV'ler tarafından en iyi kriter ve en kötü kriter belirlenmelidir. En iyi kriter c_B ve en kötü kriter c_W ile temsil edilmektedir.

Adım 3: En iyi kriter için bulanık referans karşılaştırmalarının gerçekleştirilmesi

Bulanık referans karşılaştırmaları, bulanık BWM yönteminin temel adımlarındandır. Tanım 5'e göre, bulanık referans karşılaştırmaları iki kısım içermektedir: birinci kısım, i 'nin en iyi eleman olması durumunda \tilde{a}_{ij} ikili karşılaştırmasıdır ve burada c_B , c_i 'nin en iyi kriteri olmaktadır, diğer kısım j 'nin en kötü eleman olması durumunda \tilde{a}_{ij} ikili karşılaştırmasıdır ve burada c_W , c_i 'nin en kötü kriteridir.

Tablo 3.3.'te listelenen KV'lerin dilsel terimleri kullanılarak, en iyi kriterin tüm kriterler üzerindeki bulanık ifadeleri belirlenmektedir. Daha sonra elde edilen bulanık ifadeler Tablo 3.3.'te gösterilen dönüşüm kurallarına göre üçgen bulanık sayılara dönüştürülmektedir. Elde edilen bulanık en iyiden diğerlerine vektörü aşağıda gösterilmiştir.

$$\tilde{A}_B = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \dots, \tilde{a}_{Bn}) \quad (3.15)$$

\tilde{A}_B , en iyiden diğerlerine bulanık vektörünü temsil etmektedir. \tilde{a}_{Bj} , en iyi c_B kriterinin j , ($j = 1, 2, \dots, n$) kriterlerine göre bulanık tercihini temsil etmektedir. $\tilde{a}_{BB} = (1, 1, 1)$ olarak ifade edilmektedir.

Adım 4: En kötü kriter için bulanık referans karşılaştırmalarının gerçekleştirilmesi

Tablo 3.3.'te listelenen KV'lerin dilsel değerlendirmeleri kullanılarak tüm kriterlerin en kötü kritere göre bulanık ifadeleri belirlenmektedir ve Tablo 3.3.'te listelenen dönüşüm kurallarına göre üçgen bulanık sayılara dönüştürülmektedir. Diğerlerinden en kötüye vektörü aşağıda gösterilmiştir.

$$\tilde{A}_W = (\tilde{a}_{1W}, \tilde{a}_{2W}, \dots, \tilde{a}_{nW}) \quad (3.16)$$

Burada \tilde{A}_W diğerlerinden en kötüye bulanık vektörünü temsil etmektedir. \tilde{a}_{iW} , i kriterinin en kötü kriter c_W , ($i = 1, 2, \dots, n$) üzerindeki bulanık tercihini temsil etmektedir. $\tilde{a}_{WW} = (1, 1, 1)$ olarak ifade edilmektedir.

Adım 5: Optimal bulanık ağırlıkların belirlenmesi ($\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \dots, \tilde{w}_n^*$)

Her bir kriter için optimal bulanık ağırlık, her bir \tilde{w}_B/\tilde{w}_j ve \tilde{w}_j/\tilde{w}_W bulanık çifti ile hesaplanmaktadır. $\tilde{w}_B/\tilde{w}_j = \tilde{a}_{Bj}$ ve $\tilde{w}_j/\tilde{w}_W = \tilde{a}_{jW}$ olmaktadır. Her j için bu koşulları sağlamak için, maksimum mutlak boşlukların $|\frac{\tilde{w}_B}{\tilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj}|$ ve $|\frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_W} - \tilde{a}_{jW}|$ her j için minimize edilmiştir. Bulanık BWM yöntemindeki \tilde{w}_B , \tilde{w}_j ve \tilde{w}_W 'nin BWM yönteminden farklı olan üçgen bulanık sayılar olduğuna dikkat edilmelidir. Optimal alternatif seçimi için $\tilde{w}_j = (l_j^w, m_j^w, u_j^w)$ olarak kullanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda dilsel değişkenlerine dayalı olarak bulanık kriter ağırlığını elde ettikten sonra kesin bir değere ihtiyaç duyulmaktadır. Üçgen bulanık sayı $\tilde{w}_j = (l_j^w, m_j^w, u_j^w)$ ile temsil edilen kriterin bulanık ağırlığının kesin bir değere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, kriterin bulanık ağırlığını kesin ağırlığa dönüştürmek için dereceli ortalama entegrasyon gösterimi kullanılmaktadır (bkz. denklem (3.2)).

Bu nedenle, optimal bulanık ağırlıkları ($\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \dots, \tilde{w}_n^*$) belirlemek için kısıtlı optimizasyon modeli aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{\tilde{w}_B}{\tilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj} \right|, \left| \frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_W} - \tilde{a}_{jW} \right| \right\}$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n R(\tilde{w}_j) = 1 \\ l_j^w \leq m_j^w \leq u_j^w \\ l_j^w \geq 0 \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3.17)$$

$$\tilde{w}_B = (l_B^w, m_B^w, u_B^w), \tilde{w}_j = (l_j^w, m_j^w, u_j^w), \tilde{w}_W = (l_W^w, m_W^w, u_W^w), \tilde{a}_{Bj} = (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj}), \tilde{a}_{jW} = (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW}).$$

Denklem (3.17) aşağıdaki doğrusal olmayan kısıtlı optimizasyon problemi haline gelmektedir.

$$\min \xi$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} \left| \frac{\tilde{w}_B}{\tilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj} \right| \leq \xi \\ \left| \frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_W} - \tilde{a}_{jW} \right| \leq \xi \\ \sum_{j=1}^n R(\tilde{w}_j) = 1 \\ l_j^w \leq m_j^w \leq u_j^w \\ l_j^w \geq 0 \\ j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (3.18)$$

$$\xi = (l^\xi, m^\xi, u^\xi);$$

$l^\xi \leq m^\xi \leq u^\xi$ dikkate alındığında, $\xi^* = (k^*, k^*, k^*)$, $k^* \leq l^\xi$ olarak varsayıldığında denklem (3.18) aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}
& \min \tilde{\xi}^* \\
& \text{s. t. } \left\{ \begin{array}{l} \left| \frac{(l_B^w, m_B^w, u_B^w)}{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj}) \right| \leq (k^*, k^*, k^*) \\ \left| \frac{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)}{(l_W^w, m_W^w, u_W^w)} - (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW}) \right| \leq (k^*, k^*, k^*) \\ \sum_{j=1}^n R(\tilde{w}_j) = 1 \\ l_j^w \leq m_j^w \leq u_j^w \\ l_j^w \geq 0 \\ j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (3.19)
\end{aligned}$$

Denklem (3.19) sonucunda, optimal bulanık ağırlıklar $(\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \dots, \tilde{w}_n^*)$ elde edilmektedir.

3.3.1. Bulanık BWM yöntemi için tutarlılık oranı

TO, başarılı bir kontrol göstergesidir. İkili karşılaştırmaların tutarlılık derecesi olarak da ifade edilebilmektedir. Bu kısımda bulanık BWM yöntemi için tutarlılık oranından bahsedilmektedir.

Tanım 6: Bir bulanık karşılaştırma, $\tilde{a}_{Bj} \times \tilde{a}_{jW} = \tilde{a}_{BW}$ olduğunda tamamen tutarlı olduğu anlamına gelmektedir, burada \tilde{a}_{BW} , \tilde{a}_{Bj} ve \tilde{a}_{jW} sırasıyla en iyi kriterin en kötü kritere göre bulanık tercihi, j kriterine göre en iyi kriterin bulanık tercihi ve en kötü kritere göre j kriterinin bulanık tercihini ifade etmektedir. Pratikte ikili karşılaştırma ile ilgili j kriteri için tutarsızlıklar olabilmektedir. Tutarlılık oranı, bulanık bir ikili karşılaştırmanın ne kadar tutarlı olduğunu kontrol etmek için kullanılmaktadır. Bulanık BWM yöntemi için TO değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

Tablo 3.3.'e göre, \tilde{a}_{BW} 'nin olası maksimum bulanık değeri $(7/2, 4, 9/2)$, KV tarafından verilen 'Kesinlikle önemli' dilsel terimine karşılık gelmektedir. $\tilde{a}_{Bj} \times \tilde{a}_{jW} = \tilde{a}_{BW}$ olduğunda, yani $\tilde{a}_{Bj} \times \tilde{a}_{jW}$, \tilde{a}_{BW} 'den daha yüksek veya daha düşük olduğunda, bulanık ikili karşılaştırmanın tutarsızlığı ortaya çıkmaktadır. Hem \tilde{a}_{Bj} hem de \tilde{a}_{jW} , \tilde{a}_{BW} 'ye eşit olduğunda, eşitsizlik en büyük değere ulaşmaktadır ve bu durum $\tilde{\xi}$ ile sonuçlanmaktadır. $(\tilde{w}_B/\tilde{w}_j) \times (\tilde{w}_j/\tilde{w}_W) = \tilde{w}_B/\tilde{w}_W$ eşitlik ilişkisine göre en büyük eşitsizliğin meydana geldiği durum göz önüne alındığında, aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

$$(\tilde{a}_{Bj} - \tilde{\xi}) \times (\tilde{a}_{jW} - \tilde{\xi}) = (\tilde{a}_{BW} + \tilde{\xi}) \quad (3.20)$$

Maksimum bulanık tutarsızlık $\tilde{\alpha}_{Bj} = \tilde{\alpha}_{jW} = \tilde{\alpha}_{BW}$ için, denklem (3.20) aşağıdaki gibi yazılabilmektedir.

$$(\tilde{\alpha}_{BW} - \tilde{\xi}) \times (\tilde{\alpha}_{BW} - \tilde{\xi}) = (\tilde{\alpha}_{BW} + \tilde{\xi}) \quad (3.21)$$

Denklem (3.21) şu şekilde türetilenmektedir:

$$\tilde{\xi}^2 - (1 + 2\tilde{\alpha}_{BW})\tilde{\xi} + (\tilde{\alpha}_{BW}^2 - \tilde{\alpha}_{BW}) = 0 \quad (3.22)$$

Burada $\tilde{\xi} = (l^{\xi}, m^{\xi}, u^{\xi})$, $\tilde{\alpha}_{BW} = (l_{BW}, m_{BW}, u_{BW})$ anlamına gelmektedir. $\tilde{\alpha}_{BW} = (l_{BW}, m_{BW}, u_{BW})$ için, olası maksimum bulanık değer $(7/2, 4, 9/2)$, $l_{BW}=7/2$, $m_{BW}=4$ ve $u_{BW}=9/2$ 'yi göstermektedir. l_{BW}, m_{BW}, u_{BW} 'nin maksimum değeri $9/2$ 'yi göstermektedir ve bu değeri aşmamaktadır. Bu durumda, tutarlılık indeksini hesaplamak için u_{BW} üst sınırı kullanılırsa, üçgen bulanık sayı $\tilde{\alpha}_{BW}$ 'ye bağlı tüm veriler, u_{BW} 'ye karşılık gelen tutarlılık indeksi olduğundan, bulanık tutarlılık oranını etkin ve uygulanabilir kılmak adına bu tutarlılık indeksi kullanılmaktadır. $[l_{BW}, u_{BW}]$ aralığındaki en büyüğüdür. Bu arada, $\tilde{\xi}$ kesin bir ξ değeri ile de temsil edilmektedir. $\tilde{\alpha}_{BW} = (5/2, 3, 7/2)$, $\tilde{\alpha}_{BW} = (3/2, 2, 5/2)$, $\tilde{\alpha}_{BW} = (2/3, 1, 3/2)$ gibi diğer durumlar için) ve $\tilde{\alpha}_{BW} = (1, 1, 1)$ ise aynı işlem yapılmaktadır. Bu nedenle, denklem (3.22) aşağıdaki denkleme dönüştürülmüştür.

$$\xi^2 - (1 + 2u_{BW})\xi + (u_{BW}^2 - u_{BW}) = 0 \quad (3.23)$$

Burada $u_{BW} =$ sırasıyla $1, 3/2, 5/2, 7/2$ ve $9/2$.

Denklem (3.23) çözülerek farklı u_{BW} değerleri için, bulanık BWM yönteminde tutarlılık indeksi olarak kullanılacak maksimum ξ değeri bulunabilir. Bulanık BWM yöntemi için farklı dilsel terimlere ilişkin elde edilen tutarlılık indeksi (Tİ) Tablo 3.4.'te listelenmiştir.

Tablo 3.4. Bulanık BWM yöntemi için tutarlılık indeksi (Tİ) tablosu (Guo ve Zhao, 2017)

Dilsel Terimler	Eşit	Az önemli	Önemli	Çok önemli	Kesinlikle önemli
$\tilde{\alpha}_{BW}$	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)	(7/2, 4, 9/2)
Tİ	3.00	3.80	5.29	6.69	8.04

3.4. CoCoSo Yöntemi ve Adımları

CoCoSo yöntemi Yazdani ve diğ. tarafından 2018 yılında geliştirilmiştir ve Fransa'da bir tedarik zinciri için lojistik ve nakliye şirketlerinin seçildiği gerçek bir vaka üzerinde uygulanmıştır (Ulutaş ve diğ., 2020). CoCoSo yöntemi, WSM (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma) ve WPM (Üstel Ağırlıklı Ürün Modeli) gibi iki entegre uzlaşma

çözümüne dayanan nispeten yeni, çok yönlü ve güçlü bir ÇKKV modelidir (Yazdani ve diğ., 2018, aktaran Aloa ve diğ., 2022). CoCoSo yöntemi ile ilk olarak farklı toplama veya birleştirme operatörleri aracılığı ile farklı açılardan karar alternatiflerinin fayda değeri bulunmuştur. Sonrasında ise bir uzlaşma çözümü sağlamak için her bir karar alternatifinin fayda değerlerini bir araya getirmek için birleştirme fonksiyonu sağlanmaktadır (Ecer, 2020, aktaran: Altıntaş, 2021).

CoCoSo Yöntemi adımları Yazdani ve diğ., (2018)'e göre aşağıda gösterilmiştir.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması (x_{ij})

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.24)$$

Adım 2: Normalizasyon işleminin gerçekleştirilmesi

Normalleştirme adımı, denklem (3.25) (maliyet kriterleri için) ve denklem (3.26) (fayda kriterleri için) kullanılarak aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir (r_{ij} : normalize karar matrisini ifade etmektedir.).

$$r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (3.25)$$

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (3.26)$$

Adım 3: Her alternatif için ağırlıklandırılmış ikili karşılaştırmaların toplamının (S_i) ve güç ağırlıklarının (P_i) hesaplanması

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_{jc} r_{ij} \quad (3.27)$$

Bu S_i değeri, gri ilişkisel üretim yaklaşımına dayalı olarak elde edilmiştir.

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (3.28)$$

Bu P_i değeri WASPAS (Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi) yöntemine göre elde edilmiştir.

Adım 4: Aşağıdaki toplama stratejileri kullanılarak alternatiflerin göreceli ağırlıklarının hesaplanması

Bu adımda, (3.29) – (3.31) formüller kullanılarak alternatiflerin göreceli ağırlıklarını oluşturmak için üç değerlendirme puanı stratejisi kullanılmaktadır. Üç değerlendirme puanını (k_{ia} , k_{ib} , k_{ic}) elde etmek için üç farklı toplama stratejisi uygulanmaktadır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (3.29)$$

Denklem (3.29), WSM ve WPM puanlarının toplamalarının aritmetik ortalamasını ifade etmektedir.

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min(S_i)} + \frac{P_i}{\min(P_i)} \quad (3.30)$$

Denklem (3.30) ise WSM ve WPM'nin göreceli puanlarının en iyiye göre toplamını ifade etmektedir.

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{\lambda \max(S_i) + (1 - \lambda)\max(P_i)} \quad (3.31)$$

Denklem (3.31), WSM ve WPM model puanlarının dengeli bir uzlaşmasını sağlamaktadır. Denklem (3.31) için, λ genellikle 0,5 olarak alınır ve bu değer KV tarafından belirlenmektedir.

Adım 5: Alternatiflerin nihai puanı (k_i) değerlerinin hesaplanması

Denklem (3.32) kullanılarak her bir alternatif için belirlenmiştir. Değer ne kadar yüksek ise, alternatif o kadar önemli anlamına gelmektedir.

$$k_i = (k_{ia} \times k_{ib} \times k_{ic})^{1/3} + \left(\frac{1}{3}\right) (k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (3.32)$$

En yüksek puana sahip alternatif en iyi alternatifi göstermektedir.

3.5. Bulanık CoCoSo Yöntemi ve Adımları

Wen ve diğ. (2019) tarafından bulanık CoCoSo yöntemi ilk kez önerilmiştir ve tedarikçi seçimi problemi üzerine bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Bulanık CoCoSo, alternatifleri performanslarına göre sıralamak için kullanılmaktadır. Özellikle dilsel ifadeler ve çelişkili kriterler üzerinde rahatlıkla çalışabilmektedir. Bulanık CoCoSo'nun adımları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır (Ulutaş ve diğ., 2021).

Tablo 3.5. Dilsel değişkenlerinin dönüşüm kuralları (Stanujkic, 2015, aktaran: Ulutaş ve diğ., 2021)

Dilsel Terimler	Bulanık Sayılar
Çok yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)
Ortadan fazla (OF)	(0.5, 0.7, 0.9)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Ortadan az (OA)	(0.1, 0.3, 0.5)
Düşük (D)	(0.0, 0.1, 0.3)
Çok düşük (ÇD)	(0.0, 0.0, 0.1)

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

KV'ler tarafından alternatiflerin dilsel terimler yardımıyla değerlendirilmektedir ve görüşlerin aritmetik ortalamaları alınarak bulanık karar matrisi (\tilde{Z}) oluşturulmaktadır.

$$\tilde{Z} = [\tilde{z}_{ij}]_{k \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{z}_{11} & \cdots & \tilde{z}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{k1} & \cdots & \tilde{z}_{kn} \end{bmatrix} \quad (3.33)$$

Adım 2: Normalizasyon işleminin gerçekleştirilmesi

Karar matrisi denklem (3.34) (maliyet kriterleri için) ve denklem (3.35) (fayda kriterleri için) kullanılarak, aşağıdaki şekilde normalleştirilmiştir (\tilde{r}_{ij} : bulanık normalize karar matrisini ifade etmektedir).

$$\tilde{r}_{ij} = (r_{ij}^l, r_{ij}^m, r_{ij}^u) = \frac{\max(\tilde{z}_{ij}) - \tilde{z}_{ij}}{\max(\tilde{z}_{ij}) - \min(\tilde{z}_{ij})} = \left(\frac{\max(z_{ij}^u) - z_{ij}^u}{\max(z_{ij}^u) - \min(z_{ij}^l)}, \frac{\max(z_{ij}^u) - z_{ij}^m}{\max(z_{ij}^u) - \min(z_{ij}^l)}, \frac{\max(z_{ij}^u) - z_{ij}^l}{\max(z_{ij}^u) - \min(z_{ij}^l)} \right) \quad (3.34)$$

$$\tilde{r}_{ij} = (r_{ij}^l, r_{ij}^m, r_{ij}^u) = \frac{\tilde{z}_{ij} - \min(\tilde{z}_{ij})}{\max(\tilde{z}_{ij}) - \min(\tilde{z}_{ij})} = \left(\frac{z_{ij}^l - \min(z_{ij}^l)}{\max(z_{ij}^u) - \min(z_{ij}^l)}, \frac{z_{ij}^m - \min(z_{ij}^l)}{\max(z_{ij}^u) - \min(z_{ij}^l)}, \frac{z_{ij}^u - \min(z_{ij}^l)}{\max(z_{ij}^u) - \min(z_{ij}^l)} \right) \quad (3.35)$$

Adım 3: Her alternatif için ağırlıklandırılmış ikili karşılaştırmaların bulanık toplamının ($\tilde{S}_i(S_i^l, S_i^m, S_i^u)$) ve güç ağırlıklarının ($\tilde{P}_i(P_i^l, P_i^m, P_i^u)$) hesaplanması

$$\begin{aligned} \tilde{S}_i &= (S_i^l, S_i^m, S_i^u) = \\ \sum_{j=1}^n \tilde{w}_{jc} \tilde{r}_{ij} &= \left(\sum_{j=1}^n w_{jc}^l r_{ij}^l, \sum_{j=1}^n w_{jc}^m r_{ij}^m, \sum_{j=1}^n w_{jc}^u r_{ij}^u \right) \end{aligned} \quad (3.36)$$

$$\begin{aligned} \tilde{P}_i &= (P_i^l, P_i^m, P_i^u) = \\ \sum_{j=1}^n (\tilde{r}_{ij})^{\tilde{w}_{jc}} &= \left(\sum_{j=1}^n (r_{ij}^l)^{w_{jc}^u}, \sum_{j=1}^n (r_{ij}^m)^{w_{jc}^m}, \sum_{j=1}^n (r_{ij}^u)^{w_{jc}^l} \right) \end{aligned} \quad (3.37)$$

Adım 4: Bulanık değerlendirme puanlarını ($\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic}$) elde etmek için üç farklı toplama stratejisinin uygulanması

$$\begin{aligned} \tilde{f}_{ia} &= (f_{ia}^l, f_{ia}^m, f_{ia}^u) = \frac{\tilde{P}_i + \tilde{S}_i}{\sum_{i=1}^k (\tilde{P}_i + \tilde{S}_i)} = \\ &= \left(\frac{P_i^l + S_i^l}{\sum_{i=1}^k (P_i^u + S_i^u)}, \frac{P_i^m + S_i^m}{\sum_{i=1}^k (P_i^m + S_i^m)}, \frac{P_i^u + S_i^u}{\sum_{i=1}^k (P_i^l + S_i^l)} \right) \end{aligned} \quad (3.38)$$

$$\begin{aligned} \tilde{f}_{ib} &= (f_{ib}^l, f_{ib}^m, f_{ib}^u) = \frac{\tilde{S}_i}{\min(\tilde{S}_i)} + \frac{\tilde{P}_i}{\min(\tilde{P}_i)} = \\ &= \left(\frac{S_i^l}{\min(S_i^l)} + \frac{P_i^l}{\min(P_i^l)}, \frac{S_i^m}{\min(S_i^l)} + \frac{P_i^m}{\min(P_i^l)}, \frac{S_i^u}{\min(S_i^l)} + \frac{P_i^u}{\min(P_i^l)} \right) \end{aligned} \quad (3.39)$$

$$\begin{aligned} \tilde{f}_{ic} &= (f_{ic}^l, f_{ic}^m, f_{ic}^u) = \frac{\lambda(\tilde{S}_i) + (1-\lambda)(\tilde{P}_i)}{\lambda \max(\tilde{S}_i) + (1-\lambda) \max(\tilde{P}_i)} = \\ &= \left(\frac{\lambda(S_i^l) + (1-\lambda)(P_i^l)}{\lambda \max(S_i^u) + (1-\lambda) \max(P_i^u)}, \frac{\lambda(S_i^m) + (1-\lambda)(P_i^m)}{\lambda \max(S_i^u) + (1-\lambda) \max(P_i^u)}, \frac{\lambda(S_i^u) + (1-\lambda)(P_i^u)}{\lambda \max(S_i^u) + (1-\lambda) \max(P_i^u)} \right) \end{aligned} \quad (3.40)$$

Denklem (3.40) için, λ genellikle 0,5 alınmaktadır.

Adım 5: Bulanık değerlendirme puanlarının ($\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic}$), (3.41) – (3.43) denklemler kullanılarak kesin değerlendirme puanlarına (f_{ia}, f_{ib}, f_{ic}) dönüştürülmesi

$$f_{ia} = \frac{f_{ia}^l + f_{ia}^m + f_{ia}^u}{3} \quad (3.41)$$

$$f_{ib} = \frac{f_{ib}^l + f_{ib}^m + f_{ib}^u}{3} \quad (3.42)$$

$$f_{ic} = \frac{f_{ic}^l + f_{ic}^m + f_{ic}^u}{3} \quad (3.43)$$

Adım 6: Kesin değerlendirme puanlarının, denklem (3.44) kullanılarak her bir alternatif için nihai puanı (f_i) elde etmek üzere birleştirilmesi

$$f_i = (f_{ia} \times f_{ib} \times f_{ic})^{1/3} + \left(\frac{1}{3}\right) (f_{ia} + f_{ib} + f_{ic}) \quad (3.44)$$

En yüksek puana sahip alternatif en iyi alternatifi göstermektedir.

3.6. Çalışmada Kullanılan Kriterler ve Alternatifler

Bu başlık altında çalışmada kullanılan kriter ve alternatiflerin belirlenme sürecinden bahsedilmiştir.

3.6.1. Kriterlerin belirlenmesi

Bu başlık altında çalışmada yararlanılan kriterler ve bu kriterlerin seçim aşaması ele alınmıştır. Taranılan literatürde en az 2 kez rastlanan kriterler listelenmiştir ve çalışmanın devamı için altyapı oluşturmuştur. Bu kriterler tanımlarıyla beraber aşağıda yer almaktadır.

1. Fiyat: Arabanın satış fiyatı (Sonar ve Kulkarni, 2021)
2. Yakıt tüketimi/ tasarrufu: ECE R 101 standardına göre şehir içi ve şehir dışı ortalama tüketim (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010)
3. Konfor: Rahatlık ve koltuk ayar sistemi, klima ve sıcaklık ayar sistemi, otomobil iç sesi, iç ışık, ses sistemi vb. özellikler (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010)
4. Güvenlik: Hava yastığı sayısı, arka ve ön yolcu emniyet kemeri, fren sistemi kalitesi, kilitlenmeyen fren sistemi (ABS), Virajlarda denge ölçüsü, gövde tutarlılığı ve direnci, dış ışık sistemi, merkezi kilit ve hırsız alarmı vb. özellikler (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010)
5. Estetik/stil/renek: İç tasarım, dış tasarım, renk güzelliği ve çeşitliliği (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010)
6. Motor gücü/hacmi: Aracın beygir gücü (hp) değeri (Şişman ve Eleren, 2013)
7. İkinci el satış değeri: Aracın sıfır değeri baz alınarak, mevcut durumdaki kaza, km ve yıpranma derecelerine göre belirlenen eder
8. Hız: Üretici firma tarafından belirlenen maksimum hız düzeyi (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010)
9. Performans: Aracın 100km/s hıza ulaşma süresi (Şişman ve Eleren, 2013).
10. Satış sonrası hizmet: Servis istasyon sayısı, yedek parça bulunabilirliği, ortalama tamir süresi vb. olgular (Kabak ve Uyar, 2013)

11. Bakım maliyetleri: Aracın periyodik olarak sağlanması gereken ihtiyaç giderlerinin tümü
12. Marka/sevgi derecesi: Aracın markasının pazarda değerlendirilmesi ve sıralaması (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010)

Çalışmada kriter seçimi için literatürden elde edilen yukarıdaki 12 kriterin puantaj tablosundan ve uzmanların eklemek istedikleri diğer kriterlerden oluşan kriter değerlendirme formu (EK 1’de verilmiştir), Alanya bölgesindeki küçük ölçekli araç kiralama firmalarından 2 uzman ile görüşülmüş ve kriter değerlendirme formunu, her bir kriter için 0-100 değerleri arasında puanlamaları istenmiştir. 2 uzman görüşünün geometrik ortalaması alınarak 60 puan üzeri 6 kriter (fiyat, konfor, güvenlik, ikinci el satış değeri, satış sonrası hizmet, bakım maliyetleri) ve 2 uzman tarafından eklenmek istenen 1 kriter daha (şanzıman tipi) çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmada toplam 7 kriter ile çalışılmıştır.

3.6.2. Alternatiflerin belirlenmesi

Alternatiflerin belirlenmesinde Türkiye’de en çok satılan ve en çok kiralanan araçlardan bir havuz oluşturulmuştur. Ardından bu havuzdan, KV’ler ile görüşülerek alternatif araçlar belirlenmiştir. Son yıllarda hem çevreci hem de ekonomik bir kullanım sunmasından dolayı elektrikli otomobiller de araç kiralama şirketlerinde yer bulmaya başlamıştır. Yakıt tasarrufu ve 0 karbon emisyonu özellikleri ile daha sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır. Özellikle ülkemizde şarj istasyonlarının da artmasıyla giderek yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle havuza 2023 yılının Türkiye’de en çok satışı olan elektrikli otomobilleri de eklenmiştir. Bu araçların listesi EK 2’de verilmiştir.

INDICATA, Temmuz 2022 dönemine dair paylaştığı ikinci el otomobil pazar raporuna göre en çok satılan 10 otomobil modeli aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.6. INDICATA Temmuz 2022 en çok satılan ikinci el otomobil modelleri (INDICATA, 2022)

Model	Satış Adedi
Volkswagen Passat	4.071
Renault Clio	3.735
Fiat Egea	3.280
Renault Megane	3.132
Ford Focus	2.563
Toyota Corolla	2.460
Volkswagen Polo	2.224
Volkswagen Golf	2.067
Opel Astra	2.011
Renault Fluence	1.868

Araba kiralama hizmetleri, geçtiğimiz yıllara göre yüzde yüzün üzerinde bir artış göstermiştir. Bu artış, pandeminin etkisi ve araç fiyatlarının yükselmesi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Hem ekonomik faktörlerin etkisiyle hem de pandemi koşullarının yol açtığı değişikliklerle birlikte, vatandaşlar kiralık araçlara yönelmiştir. 2022 yılına göre araç kiralamalarında en çok tercih edilen 11 araç aşağıda verilmiştir (<https://yolcu360.com/blog/en-cok-kiralanan-arabalar-hangileri/>).

1. Renault Clio
2. Renault Symbol
3. Fiat Linea
4. Fiat Egea
5. Volkswagen Polo
6. Ford Focus
7. Opel Astra
8. Peugeot 301
9. Toyota Corolla
10. Hyundai i20
11. Renault Megane

KV 1 ve KV 2 tarafından, hazırlanan alternatif havuzundan seçilen otomobiller aşağıda verilmiştir.

A1



A2



A3



A4



A5



A6



Şekil 3. 2. Çalışmada kullanılan alternatif araçlar

Oluşturulan havuzdan kriter bazında sağlıklı değerlendirme yapılabilmesi amacıyla 1 adet benzinli manuel şanzıman, 1 adet benzinli otomatik şanzıman, 1 adet dizel manuel şanzıman, 1 adet dizel otomatik şanzıman ve 2 adet elektrikli otomobil (elektrikli otomobiller çoğunlukla otomatik şanzıman) alternatif olarak seçilmiştir.

A1.Fiat Egea 1.4 Fire 95 HP Easy, Manuel, Benzinli

A2.Renault Clio Joy 1.0 TCe X-Tronic 90 bg, Otomatik, Benzinli

A3.Fiat Egea 1.3 M.Jet 95 HP Easy, Manuel, Dizel

A4.Renault Megane Touch 1.5 blue dci edc 115 bg, Otomatik, Dizel

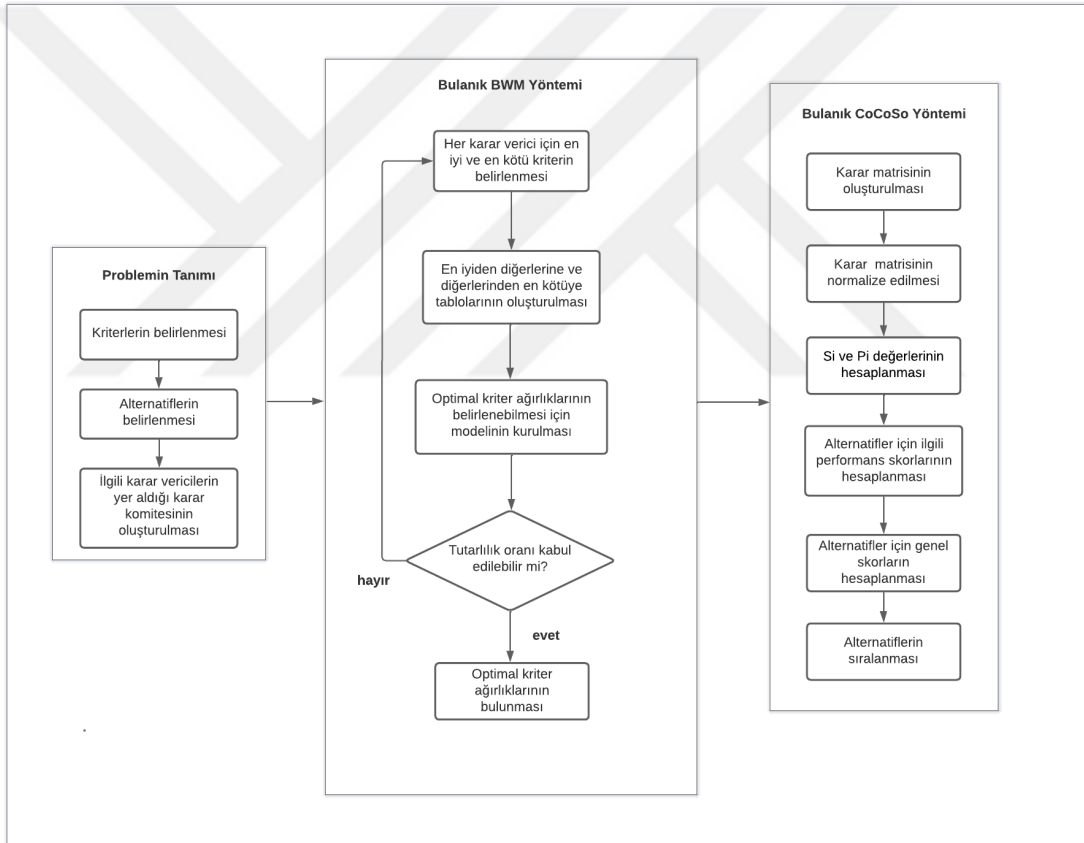
A5.Citroën Ami One Electric

A6.Renault Zoe Intense R135

4. BULGULAR

4.1. Problemin Tanımı

Bu çalışmada, Alanya’da faaliyet gösteren küçük ölçekli bir araç kiralama firması için ÇKKV yöntemleri kullanılarak filosuna eklenecek en uygun aracın seçimine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada dilsel ifadelerin daha güçlü tanımlanabilmesi için bulanık mantığa başvurulmuş ve ÇKKV yöntemi olarak ise son yıllarda geliştirilen bulanık BWM ve bulanık CoCoSo yöntemleri seçilmiştir. Uzman görüşleri ve literatür araştırmasıyla kriterler belirlenmiştir. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık BWM yöntemi, seçilen alternatif araçların değerlendirilmesinde ise Bulanık CoCoSo yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 4.1. Önerilen yöntemin akış şeması

4.2. Uygulama 1. Kısım- Bulanık BWM Yöntemi

Çalışmanın bu bölümünde uygulamanın ilk kısmı olan Bulanık BWM Yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklarının hesaplanması gerçekleştirilmiştir.

Adım 1: Kriterlerin belirlenmesi

Kriterlerin belirlenmesinde görüş bildirecek 2 uzman ile çalışılmıştır. Uzman 1 sektörde 20 yılı aşkın tecrübesi olan bir küçük işletme sahibiyken, Uzman 2 daha genç ve sektörde 5 yıl tecrübesi bulunan bir işletme sahibidir. Uzman seçiminde amaç tecrübe ile sektördeki yeni bakış açısını bir araya getirmektir. Her iki uzmanın görüşleri EK 1’de bulunan Kriter Değerlendirme Formu ile alınmıştır. Alınan görüşlerin geometrik ortalaması alınarak 60 ve üzeri ortalamaya sahip kriterler çalışmaya dahil edilmiştir. Uzman görüşleri Tablo 4.1.’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Uzman görüşleri

Kriterler	Uzman 1	Uzman 2	Geometrik Ortalama
Fiyat	90	70	79,37
Yakıt tüketimi / tasarrufu	60	30	42,43
Konfor	80	50	63,25
Güvenlik	80	70	74,83
Estetik / Stil / Renk	60	40	48,99
Motor gücü / hacmi	50	50	50,00
İkinci el satış değeri	80	50	63,25
Hız	30	50	38,73
Performans	30	50	38,73
Satış sonrası hizmet	70	80	74,83
Bakım maliyetleri	90	90	90,00
Marka / Sevgi derecesi	40	70	52,92
Şanzıman tipi	85	90	87,46

Bireysel araç alımlarında önemli olan “Yakıt tüketimi / tasarrufu”, “Estetik / Stil / Renk”, “Motor gücü / hacmi”, “Hız”, “Performans” ve “Marka / Sevgi derecesi” kriterleri, araç kiralama firmaları bakış açısından değerlendirildiğinde önem kaybettiği Tablo 4.1.’de açıkça görülmektedir. “Şanzıman tipi” kriteri ise literatürde sık rastlanmamasına rağmen, her iki uzman tarafından da önemli görülmüş ve kriter değerlendirme formuna eklenmiştir. Çalışmaya dahil edilen kriterler “Fiyat”, “Konfor”, “Güvenlik”, “İkinci el satış değeri”, “Satış sonrası hizmet”, “Bakım maliyetleri” ve “Şanzıman tipi” olmuştur.

Adım 2: En iyi (en önemli) kriteri ve en kötü (en az önemli) kriterin belirlenmesi
Belirlenen kriterler arasından, araç alımı yapacak olan küçük işletme sahibi KV 1 ve farklı bir işletmede 11 yıldır çalışmakta olan KV 2 tarafından en iyi ve en kötü kriterler seçilmiştir.

Tablo 4.2. En iyi ve en kötü kriterler

Belirlenen Kriterler	KV 1	KV 2
K1- Fiyat (-)		En iyi
K2- Konfor (+)	En kötü	En kötü
K3- Güvenlik (+)	En iyi	
K4- İkinci el satış değeri (+)		
K5- Satış sonrası hizmet (+)		
K6- Bakım maliyetleri (-)		
K7- Şanzıman tipi (+)		

Adım 3: En iyi kriter için bulanık referans karşılaştırmalarının gerçekleştirilmesi
Seçilen en iyi kriter Tablo 3.3.'te verilen dilsel terimler yardımıyla diğer kriterler ile karşılaştırılmış ve Tablo 4.3. ve Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. En iyi kriterlerin dilsel terimler ile göreceli tercihleri

En iyiden diğerlerine	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
KV 1-K3	Az Önemli	Kesinlikle Önemli	Eşit	Önemli	Önemli	Çok Önemli	Az Önemli
KV 2-K1	Eşit	Kesinlikle Önemli	Az Önemli	Çok Önemli	Önemli	Önemli	Çok Önemli

Tablo 4.4. En iyi kriterlerin dilsel terimlere karşılık gelen bulanık sayılar ile göreceli tercihleri

En iyiden diğerlerine	K1	K2	K3	K4
KV 1- K3	(0.67, 1.00, 1.50)	(3.50, 4.00, 4.50)	(1.00, 1.00, 1.00)	(1.50, 2.00, 2.50)
KV 2- K1	(1.00, 1.00, 1.00)	(3.50, 4.00, 4.50)	(0.67, 1.00, 1.50)	(2.50, 3.00, 3.50)
En iyiden diğerlerine	K5	K6	K7	
KV 1- K3	(1.50, 2.00, 2.50)	(2.50, 3.00, 3.50)	(0.67, 1.00, 1.50)	
KV 2- K1	(1.50, 2.00, 2.50)	(1.50, 2.00, 2.50)	(2.50, 3.00, 3.50)	

Adım 4: En kötü kriter için bulanık referans karşılaştırmalarının gerçekleştirilmesi
Seçilen en kötü kriter, diğer kriterler ile karşılaştırılmış ve Tablo 4.5. ve Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Diğer kriterlerin en kötü kritere göre dilsel terimler ile göreceli tercihleri

Diğerlerinden en kötüye	KV 1-K2	KV 2-K2
K1	Çok Önemli	Kesinlikle Önemli
K2	Eşit	Eşit
K3	Kesinlikle Önemli	Çok Önemli
K4	Önemli	Az Önemli
K5	Önemli	Önemli
K6	Az Önemli	Önemli
K7	Çok Önemli	Az Önemli

Tablo 4.6. Diğer kriterlerin en kötü kritere göre dilsel terimlere karşılık gelen bulanık göreceli tercihleri

Diğerlerinden en kötüye	KV 1-K2	KV 2-K2
K1	(2.50, 3.00, 3.50)	(3.50, 4.00, 4.50)
K2	(1.00, 1.00, 1.00)	(1.00, 1.00, 1.00)
K3	(3.50, 4.00, 4.50)	(2.50, 3.00, 3.50)
K4	(1.50, 2.00, 2.50)	(0.67, 1.00, 1.50)
K5	(1.50, 2.00, 2.50)	(1.50, 2.00, 2.50)
K6	(1.50, 2.00, 2.50)	(1.50, 2.00, 2.50)
K7	(2.50, 3.00, 3.50)	(1.50, 2.00, 2.50)

Adım 5: Optimal bulanık ağırlıkların belirlenmesi (\tilde{w}_1^* , \tilde{w}_2^* , . . . \tilde{w}_n^*)

Denklem (3.19)'a göre KV görüşlerine göre modeller oluşturulmuş ve modeller Lingo19 programı ile çözülmüştür. KV 1 ve KV 2 için lingo kodu EK 3'te verilmiştir. KV 1 ve KV 2 için lingo çözümleri aşağıda verilmiştir.

SOLUTION: KV 1

Variable	Value	Reduced Cost
K	0.2965483	0.5338717E-07
L3	0.2385961	-0.1772298E-06
U1	0.2468539	0.8410036E-07
M3	0.2408007	0.000000
M1	0.1857246	0.000000
U3	0.2733111	0.000000
L1	0.1641152	0.8410036E-07
U2	0.7448092E-01	-0.3706222E-06
M2	0.6502062E-01	0.000000
L2	0.6502062E-01	-0.3706222E-06
U4	0.1432698	0.8410036E-07
M4	0.1107595	0.000000
L4	0.9773145E-01	0.8410036E-07
U5	0.1432698	0.8410036E-07
M5	0.1107595	0.000000

L5	0.9773146E-01	0.8410036E-07
U6	0.8531795E-01	0.8410036E-07
M6	0.7304634E-01	0.000000
L6	0.7198936E-01	0.000000
U7	0.2468539	0.000000
M7	0.1857246	0.000000
L7	0.1641152	0.8410036E-07

$$\tilde{w}_1^* = (0,1641152;0,1857246;0,2468539)$$

$$\tilde{w}_2^* = (0,06502062;0,06502062;0,07448092)$$

$$\tilde{w}_3^* = (0,2385961;0,2408007;0,2733111)$$

$$\tilde{w}_4^* = (0,09773145;0,1107595;0,1432698)$$

$$\tilde{w}_5^* = (0,09773146;0,1107595;0,1432698)$$

$$\tilde{w}_6^* = (0,07198936;0,07304634;0,08531795)$$

$$\tilde{w}_7^* = (0,1641152;0,1857246;0,2468539)$$

$$\xi^* = 0,2965483$$

SOLUTION: KV 2

Variable	Value	Reduced Cost
K	0.2965478	0.000000
L1	0.2580410	0.000000
U2	0.8055092E-01	0.000000
M1	0.2604254	0.000000
M2	0.7031963E-01	0.000000
U1	0.2955852	0.000000
L2	0.7031963E-01	0.5839694E-08
U3	0.2669718	0.000000
M3	0.2008606	0.000000
L3	0.2005058	0.000000
U4	0.1169854	0.000000
M4	0.7899943E-01	0.000000
L4	0.7785631E-01	0.000000
U5	0.1681024	0.000000
M5	0.1271335	0.000000
L5	0.1269196	0.000000
U6	0.1549459	0.000000
M6	0.1523789	0.000000
L6	0.1245311	0.000000
U7	0.1043610	0.000000
M7	0.7899943E-01	0.000000
L7	0.7785631E-01	0.000000

$$\tilde{w}_1^* = (0,258041;0,2604254;0,2955852)$$

$$\tilde{w}_2^* = (0,07031963;0,07031963;0,08055092)$$

$$\tilde{w}_3^* = (0,2005058;0,2008606;0,2669718)$$

$$\tilde{w}_4^* = (0,07785631;0,07899943;0,1169854)$$

$$\tilde{w}_5^* = (0,1269196;0,1271335;0,1681024)$$

$$\tilde{w}_6^* = (0,1245311;0,1523789;0,1549459)$$

$$\tilde{w}_7^* = (0,07785631;0,07899943;0,104361)$$

$$\xi^* = 0,2965478$$

Elde edilen kriter ağırlıkları çalışmanın devamında kullanılmak üzere aritmetik ortalamaları alınarak aşağıda gösterilmiştir.

$$\tilde{w}_{1ort}^* = (0,21107810;0,22307500;0,27121955)$$

$$\tilde{w}_{2ort}^* = (0,06767013;0,06767013;0,07751592)$$

$$\tilde{w}_{3ort}^* = (0,21955095;0,22083065;0,27014145)$$

$$\tilde{w}_{4ort}^* = (0,08779388;0,09487947;0,13012760)$$

$$\tilde{w}_{5ort}^* = (0,11232553;0,11894650;0,15568610)$$

$$\tilde{w}_{6ort}^* = (0,09826023;0,11271262;0,12013193)$$

$$\tilde{w}_{7ort}^* = (0,12098576;0,13236202;0,17560745)$$

4.2.1. Bulanık BWM yöntemi için tutarlılık oranı

Bu kısımda bulanık BWM yöntemi için TO hesaplanmıştır. KV 1 için tutarlılık oranı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. $\tilde{a}_{BW} = \tilde{a}_{32} = (7/2, 4, 9/2)$ olduğundan dolayı Tablo 3.4.'e göre tutarlılık indeksi 8.04 olmaktadır. Çözüm ξ^* (lingo kodunda k)=0.2965483 elde edilmiştir. Tutarlılık oranı buradan hareketle $0.2965483/8.04=0.036884117$ sonucuna ulaşılmıştır. Tutarlılık oranı sıfıra çok yakındır bu nedenle çok yüksek bir tutarlılık olduğu söylenebilir.

KV 2 için tutarlılık oranı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. $\tilde{a}_{BW} = \tilde{a}_{32} = (7/2, 4, 9/2)$ olduğundan dolayı Tablo 3.4.'e göre tutarlılık indeksi 8.04 olmaktadır. Çözüm ξ^* (lingo kodunda k) = 0.2965478 elde edilmiştir. Tutarlılık oranı buradan hareketle $0.2965478/8.04= 0.036884055$ sonucuna ulaşılmıştır. Tutarlılık oranı sıfıra çok yakındır bu nedenle çok yüksek bir tutarlılık olduğu söylenebilir.

Her iki KV için elde edilen ξ^* değeri yakın değerlerdir ve en iyi kriterler, ön kötü kriterlerden “kesinlikle önemli” derecesinde üstündür. Bu nedenlerden dolayı tutarlılık oranlarında yakın değerler elde edilmiştir.

4.3. Uygulama 2. Kısım- Bulanık CoCoSo Yöntemi

Çalışmanın bu bölümünde uygulama 1. kısımdan elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak alternatifler arasında sıralama gerçekleştirilmiştir.

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

KV'ler tarafından alternatifler Tablo 3.5.'te yer alan dilsel terimler yardımıyla değerlendirilmiştir ve Tablo 4.7. oluşturulmuştur. Tablo 4.8.'deki görüşlerin aritmetik ortalamaları alınarak Tablo 4.9. bulanık karar matrisi (\tilde{Z}) oluşturulmuştur.

Tablo 4.7. CoCoSo dilsel değerlendirme tablosu

Kriter Ağırlıkları	(l_1, m_1, u_1)		(l_2, m_2, u_2)		(l_3, m_3, u_3)	
	(0.211078, 0.223075, 0.271219)		(0.067670, 0.067670, 0.077515)		(0.219550, 0.220830, 0.270141)	
	K1-Fiyat (-)		K2-Konfor (+)		K3-Güvenlik (+)	
	KV 1	KV 2	KV 1	KV 2	KV 1	KV 2
A1	O	O	Y	OF	OF	OF
A2	OF	OF	O	O	OA	O
A3	OF	OF	Y	Y	O	O
A4	Y	Y	OF	Y	Y	Y
A5	D	D	D	ÇD	OA	D
A6	Y	Y	OA	OA	OF	OF

Tablo 4.7. CoCoSo dilsel değerlendirme tablosu (Devam)

Kriter Ağırlıkları	(l_4, m_4, u_4)		(l_5, m_5, u_5)	
	(0.087793, 0.094879, 0.130127)		(0.112325, 0.118946, 0.155686)	
	K4-İkinci el satış değeri (+)		K5-Satış sonrası hizmet (+)	
	KV 1	KV 2	KV 1	KV 2
A1	OA	OA	OF	OF
A2	OF	OF	Y	Y
A3	O	O	OF	OF
A4	Y	Y	Y	Y
A5	D	D	OF	Y
A6	Y	Y	Y	Y
Kriter Ağırlıkları	(l_6, m_6, u_6)		(l_7, m_7, u_7)	
	(0.098260, 0.112712, 0.120131)		(0.120985, 0.132362, 0.175607)	
	K6-Bakım maliyetleri (-)		K7-Şanzıman tipi (+)	
	KV 1	KV 2	KV 1	KV 2
A1	O	O	O	O
A2	OA	O	Y	Y
A3	OA	O	O	O
A4	O	O	Y	Y
A5	ÇD	D	Y	Y
A6	ÇD	D	Y	Y

Tablo 4.8. CoCoSo görüşlerin bulanık sayı karşılıkları

Kriterler Alternatifler	K1	K2	K3	K4
A1	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.1, 0.3, 0.5)
	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.1, 0.3, 0.5)
A2	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.5, 0.7, 0.9)
	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)
A3	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)
	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)
A4	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)
	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)
A5	(0.0, 0.1, 0.3)	(0.0, 0.1, 0.3)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.0, 0.1, 0.3)
	(0.0, 0.1, 0.3)	(0.0, 0.0, 0.1)	(0.0, 0.1, 0.3)	(0.0, 0.1, 0.3)
A6	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)
	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)

Tablo 4.8. CoCoSo görüşlerin bulanık sayı karşılıkları (Devam)

Kriterler Alternatifler	K5	K6	K7
A1	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)
	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)
A2	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.7, 0.9, 1.0)
	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1.0)
A3	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.3, 0.5, 0.7)
	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)
A4	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1.0)
	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1.0)
A5	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.0, 0.0, 0.1)	(0.7, 0.9, 1.0)
	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.0, 0.1, 0.3)	(0.7, 0.9, 1.0)
A6	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.0, 0.0, 0.1)	(0.7, 0.9, 1.0)
	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.0, 0.1, 0.3)	(0.7, 0.9, 1.0)

Tablo 4.9. CoCoSo görüşlerin aritmetik ortalaması

Kriterler Alternatifler	K1	K2	K3	K4
A1	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.6, 0.8, 0.95)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.1, 0.3, 0.5)
A2	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.5, 0.7, 0.9)
A3	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)
A4	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.7, 0.8, 0.95)	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.7, 0.9, 1.0)
A5	(0.0, 0.1, 0.3)	(0.0, 0.05, 0.2)	(0.05, 0.2, 0.4)	(0.0, 0.1, 0.3)
A6	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.1, 0.3, 0.5)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1.0)

Tablo 4.9. CoCoSo görüşlerin aritmetik ortalaması (Devam)

Kriterler Alternatifler	K5	K6	K7
A1	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.3, 0.5, 0.7)
A2	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.7, 0.9, 1.0)
A3	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.2, 0.4, 0.6)	(0.3, 0.5, 0.7)
A4	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1.0)
A5	(0.6, 0.8, 0.95)	(0, 0.05, 0.2)	(0.7, 0.9, 1.0)
A6	(0.7, 0.9, 1.0)	(0.0, 0.05, 0.2)	(0.7, 0.9, 1.0)

Adım 2: Normalizasyon işleminin gerçekleştirilmesi

Tablo 4.9. denklem (3.34) (maliyet kriterleri için) ve denklem (3.35) (fayda kriterleri için) kullanılarak, normalleştirilmiştir. Aşağıda bulanık normalize karar matrisi aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.10. CoCoSo normalize bulanık karar matrisi

Kriterler Alternatifler	K1	K2	K3	K4
A1	(0,30, 0,50, 0,70)	(0,60, 0,80, 0,95)	(0,47, 0,68, 0,89)	(0,10, 0,30, 0,50)
A2	(0,10, 0,30, 0,50)	(0,30, 0,50, 0,70)	(0,16, 0,37, 0,58)	(0,50, 0,70, 0,90)
A3	(0,10, 0,30, 0,50)	(0,70, 0,90, 1,00)	(0,26, 0,47, 0,68)	(0,43, 0,71, 1,00)
A4	(0,0, 0,1, 0,3)	(0,60, 0,80, 0,95)	(0,68, 0,89, 1,00)	(0,70, 0,90, 1,00)
A5	(0,70, 0,90, 1,00)	(0,00, 0,05, 0,20)	(0,00, 0,16, 0,37)	(0,00, 0,10, 0,30)
A6	(0,00, 0,10, 0,30)	(0,10, 0,30, 0,50)	(0,47, 0,68, 0,89)	(0,70, 0,90, 1,00)

Tablo 4.10. CoCoSo normalize bulanık karar matrisi (Devam)

Kriterler Alternatifler	K5	K6	K7
A1	(0,00, 0,40, 0,80)	(0,00, 0,28, 0,57)	(0,00, 0,29, 0,57)
A2	(0,40, 0,80, 1,00)	(0,14, 0,43, 0,71)	(0,57, 0,86, 1,00)
A3	(0,00, 0,40, 0,80)	(0,14, 0,43, 0,71)	(0,00, 0,29, 0,57)
A4	(0,40, 0,80, 1,00)	(0,00, 0,29, 0,57)	(0,57, 0,86, 1,00)
A5	(0,20, 0,60, 0,90)	(0,71, 0,93, 1,00)	(0,57, 0,86, 1,00)
A6	(0,40, 0,80, 1,00)	(0,71, 0,93, 1,00)	(0,57, 0,86, 1,00)

Adım 3: Her alternatif için ağırlıklandırılmış ikili karşılaştırmaların bulanık toplamının ($\tilde{S}_i(S_i^l, S_i^m, S_i^u)$) ve güç ağırlıklarının ($\tilde{P}_i(P_i^l, P_i^m, P_i^u)$) hesaplanması

Denklem (3.36) ve denklem (3.37) kullanılarak hesaplanan \tilde{S}_i ve \tilde{P}_i değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.11. Bulanık \tilde{S}_i ve \tilde{P}_i değerleri

Alternatifler	\tilde{S}_i	\tilde{P}_i	$\tilde{S}_i + \tilde{P}_i$
A1	(0,217, 0,444, 0,668)	(3,241, 6,266, 6,697)	(3,458, 6,709, 7,365)
A2	(0,248, 0,475, 0,663)	(5,533, 6,350, 6,685)	(5,781, 6,825, 7,348)
A3	(0,178, 0,413, 0,640)	(3,893, 6,227, 6,661)	(4,071, 6,639, 7,302)
A4	(0,366, 0,572, 0,724)	(4,592, 6,371, 6,719)	(4,958, 6,943, 7,443)
A5	(0,310, 0,499, 0,652)	(3,553, 6,175, 6,588)	(3,862, 6,674, 7,240)
A6	(0,356, 0,555, 0,713)	(5,342, 6,375, 6,706)	(5,699, 6,930, 7,419)

Adım 4: Bulanık değerlendirme puanlarını ($\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic}$) elde etmek için üç farklı toplama stratejisinin uygulanması

Denklem (3.38) – (3.40) kullanılarak elde edilen $\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic}$ değerleri aşağıda verilmiştir. Denklem (3.40) için $\lambda = 0,5$ alınmıştır.

Tablo 4.12. Bulanık $\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic}$ değerleri

Alternatifler	\tilde{f}_{ia}	\tilde{f}_{ib}	\tilde{f}_{ic}
A1	(0.078, 0.165, 0.265)	(2.218, 2.090, 2.059)	(0.465, 0.901, 0.989)
A2	(0.131, 0.168, 0.264)	(3.101, 2.180, 2.049)	(0.777, 0.917, 0.987)
A3	(0.092, 0.163, 0.262)	(2.201, 2.008, 2.011)	(0.547, 0.892, 0.981)
A4	(0.112, 0.171, 0.267)	(3.476, 2.419, 2.151)	(0.666, 0.933, 1.000)
A5	(0.088, 0.164, 0.260)	(2.836, 2.210, 2.018)	(0.519, 0.897, 0.973)
A6	(0.129, 0.170, 0.267)	(3.652, 2.379, 2.131)	(0.766, 0.931, 0.997)

Adım 5: Bulanık değerlendirme puanlarının ($\tilde{f}_{ia}, \tilde{f}_{ib}, \tilde{f}_{ic}$), kesin değerlendirme puanlarına (f_{ia}, f_{ib}, f_{ic}) dönüştürülmesi

Denklem (3.41) – (3.43) kullanılarak durulaştırılmış, kesin değerler aşağıda Tablo 4.13.'te verilmiştir.

Tablo 4.13. Kesin f_{ia}, f_{ib}, f_{ic} ve f_i değerleri

Alternatifler	f_{ia}	f_{ib}	f_{ic}	f_i	Sıralama
A1	0,169	2,122	0,785	1,68145097	5
A2	0,188	2,444	0,894	1,91757658	3
A3	0,173	2,074	0,807	1,67844623	6
A4	0,183	2,682	0,866	1,99652887	2
A5	0,171	2,355	0,796	1,79092736	4
A6	0,189	2,721	0,898	2,04144823	1

Adım 6: Kesin değerlendirme puanlarının, denklem (3.44) kullanılarak her bir alternatif için nihai puanı (f_i) elde etmek üzere birleştirilmesi

Denklem (3.44) kullanılarak f_i değerleri hesaplanmış ve nihai sıralamaya ulaşılmıştır. Tablo 4.13.'te en yüksek puana sahip alternatif, en iyi alternatifi göstermektedir. Alternatif 6- Renault Zoe Intense R135, en yüksek puan olan 2,04144823 ile en uygun araç seçilmiştir.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak ÇKKV kapsamında yürütülen bu çalışma, küçük ölçekli bir araç kiralama firmasının filosu için araç seçimi problemine bulanık BWM ve bulanık CoCoSo yöntemlerini entegre ederek yaklaşmayı amaçlamaktadır. Bu metodoloji, araç seçiminin karmaşıklığını ele almak ve uzun vadeli müşteri taleplerini karşılayabilecek ekonomik düzeyde bir araç seçimine rehberlik etmek amacıyla geliştirilmiştir. Karar gerektiren durumlarda belirsiz ve çelişen yargılar içeren problemler ile bulanık sayılar yardımıyla çalışılabilmektedir. Dilsel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları ile uygulamalar gerçekleştirilmiş, sonuçlar KV'ler tarafından uygun görülmüştür.

Çalışmanın ilk aşamasında, araç seçimi için belirlenen kriterler, bulanık BWM yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Bu adım, KV'lerin tercihlerini ve önceliklerini dikkate alarak her bir kriterin önemini belirlemek açısından kritik bir adımdır. EK 3'te her KV için kurulan modele yönelik lingo kodu sunulmuştur. Kurulan modeller Lingo19 programı ile çözülmüştür. Program çözümüne göre KV 1 için kriter ağırlıkları sıralandığında güvenlik > fiyat = şanzıman tipi > satış sonrası hizmet > ikinci el satış değeri > bakım maliyetleri > konfor sonucuna ulaşılmıştır. KV 2 için program çıktısına göre kriter ağırlıkları sıralaması fiyat > güvenlik > satış sonrası hizmet > bakım maliyetleri > ikinci el satış değeri > şanzıman tipi > konfor şeklindedir. Elde edilen kriter ağırlıkları çalışmada kullanılmadan önce tutarlılık oranları hesaplanarak sonuçların tutarlı kabul edilebileceği görülmüştür. Görüşü alınan iki KV olması nedeniyle kriter ağırlıklarının aritmetik ortalamaları alınmıştır. Sıralama güvenlik > fiyat > şanzıman tipi > satış sonrası hizmet > bakım maliyetleri > ikinci el satış değeri > konfor şeklinde olmuştur. Burada fiyat ve güvenlik kriterlerinin önem dereceleri oldukça yakın değerlerdir. Alternatifler arasında seçim yaparken bu kriterlerin diğerlerine nazaran karar verme sürecinde daha etkili olduğu söylenebilir. İlk aşama sonucunda dilsel ifadeler ile alınan görüşlerden her KV için kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında bulanık CoCoSo yönteminde kullanılmak üzere iki KV için de hesaplanan kriter ağırlıklarının aritmetik ortalamaları hesaplanarak bulanık ağırlıklar elde edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşaması için KV'ler tarafından 6 adet araç alternatifi, yakıt türü ve şanzıman tipi olarak her grubu temsil edebilecek şekilde belirlenmiştir. Ardından, uygulamanın ilk kısmında elde edilen bulanık ağırlıklar, bulanık CoCoSo yönteminde alternatif araçların sıralanmasında kullanılmıştır. KV görüşlerinin katkısıyla nihai sıralama $A6 > A4 > A2 > A5 > A1 > A3$ şeklinde olmuştur. Bu aşama, alternatif araçların

geniş kapsamlı bir değerlendirmesini sağlayarak, firma için en uygun seçeneği belirlemeye yönelik bir çerçeve sunmuştur. Manuel şanzımanlı araçlar sıralama sonunda yer almışlardır, kriter ağırlığı 3. sırada olan şanzıman tipinin etkisi burada görülmektedir. En uygun araç Renault Zoe Intense R135 olmuştur. Araç otomatik şanzımanlı ve elektrikli bir araçtır. Bu aracın sıralamada diğer yakıt türüne sahip araçların önüne geçebilmesi küçük ölçekli araç kiralama işletmelerin çevreci ve sürdürülebilir bir alternatif olan elektrikli araçlara yer vermek için hazır olduklarını destekler niteliktedir. Genel sıralamaya bakıldığında incelenen kriterler bazında elektrikli araçların diğer araçlar ile rekabet edebildiği görülmektedir.

Çalışmanın genel bulguları, hibrit Bulanık BWM-CoCoSo yönteminin, küçük ölçekli araç kiralama firmalarının karar verme süreçlerini iyileştirmelerine yardımcı olabilecek etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Bu yöntemin dilsel ifadeleri güçlü bir şekilde anlamlandırabilmesi, KV'lerin karmaşık ve belirsiz durumları daha iyi yönetmelerine olanak tanımaktadır. Bu çalışma, küçük ölçekli araç kiralama firmalarının rekabet avantajı elde etmeleri ve müşteri taleplerini karşılamaları için bulanık mantık temelli yöntemleri etkili bir şekilde kullanmalarına yönelik bir çerçeve sunmaktadır. Araç kiralama sektöründeki benzer karar problemleriyle başa çıkmak isteyen araştırmacılara ve endüstri profesyonellerine ilham verici bir kaynak olabilir.

Turistik bir bölge olan Alanya'da gerçekleştirilen bu çalışmada KV'ler küçük ölçekli firma yetkilileridir ve uygulamalarda KV görüşlerinden yararlanılmaktadır. Gelecek çalışmalarda daha büyük ölçekli firmalar için bir uygulama gerçekleştirilebilir. Araç seçimi problemi için firma yetkilileri yerine müşteri talepleri analiz edilerek kriter ağırlıkları hesaplanabilir ve alternatifler sıralanabilir. Alanya örneği için müşteri sezonu ağırlıklı yaz dönemidir. Coğrafi konum, iklim şartları ve müşteri profilinde farklılıklar göz önüne alınarak gelecek çalışmalarda İç Anadolu veya Doğu Anadolu Bölgesindeki araç kiralama firmaları için araç seçimi problemi üzerine bir çalışma gerçekleştirilebilir.

Gelecekte çalışmaya enerji verimliliği, üretim malzemelerinin geri dönüşümlülüğü gibi çevresel sürdürülebilirlik kriterleri eklenerek değerlendirme genişletilebilir. Diğer karar verme yöntemleri ile karşılaştırılarak, daha geniş bir yelpazede sonuçlar sunulabilir. Farklı seçim problemleri üzerinde aynı metodoloji kullanılabilir. Bu çalışma sadece araç kiralama sektörü için değil malzeme seçimi, tedarikçi seçimi, yer seçimi ve diğer seçim problemleri içinde yol gösterici olmayı hedeflemektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akay, B. (2017). Review of the practice of porter's general competitive strategies in car rental enterprises. *Pressacademia Procedia*, 4 (1), 349-356.
- Akti, S., ve Berk Celikoglu, H. (2019). An integrated decision-making framework for shuttle bus selection using DEMATEL and MULTIMOORA methods. In *International Conference on Computer Aided Systems Theory* (pp. 161-169).
- Alakaş H. M., Bucak M.Y., ve Kızıldağ Ş. (2019). Selection of ambulance supplier company with AHP-TOPSIS and AHP-VIKOR methods. *Harran University Journal Of Engineering*, 4(1), 93-101.
- Alao, M. A., Popoola, O. M., ve Ayodele, T. R. (2022). Sustainable prime movers selection for biogas-based combined heat and power for a community microgrid: A hybrid fuzzy multi criteria decision-making approach with consolidated ranking strategies. *Energy Conversion and Management: X*, 16, 100281.
- Ali, O. A. M., Ali, A. Y., & Sumait, B. S. (2015). Comparison between the effects of different types of membership functions on fuzzy logic controller performance. *International Journal*, 76, 76-83.
- Ali, Y., Mehmood, B., Huzaiifa, M., Yasir, U., ve Khan, A. U. (2020). Development of a new hybrid multi criteria decision-making method for a car selection scenario. *Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering*, 18(3), 357-373.
- Altıntaş, F. F., (2021). G7 ülkelerinin bilgi performanslarının analizi: CoCoSo yöntemi ile bir uygulama. *Journal of Life Economics*. 8(3):337-347.
- Arslan, H. M. (2017). Determination of optimal vehicle selection of logistics companies with AHP-ARAS hybrid method. *Alphanumeric Journal*, 5(2), 271-282.
- Arslan, R. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bütünleştirilmesi: OECD verileri üzerine bir uygulama, doktora tezi. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi*.
- Bajpai, A., ve Kushwah, V. S. (2019). importance of fuzzy logic and application areas in engineering research. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878*, Volume-7 Issue-6.
- Ballı, S., Karasulu, B., ve Korukoğlu, S. (2007). En uygun otomobil seçimi problemi için bir bulanık PROMETHEE yöntemi uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 139-147.
- Biswas, T. K., Stević, Z., Chatterjee, P., ve Yazdani, M. (2019). An integrated methodology for evaluation of electric vehicles under sustainable automotive environment. *Advanced Multi-Criteria Decision Making for Addressing Complex Sustainability Issues*, pp. 22.
- Biswas, T., ve Saha, P. (2019). Selection of commercially available scooters by new MCDM method. *International Journal of Data and Network Science*, 3(2), 137-144.
- Book, Neuro-fuzzy and soft computing a computational approach to learning and machine intelligence
- Bozdemir, Y., ve Yılmaz, İ. T. (2009). Kural tabanlı karar verme mekanizmasına sahip sistematik araç seçim modeli geliştirilmesi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 19-27.

- Brans, J. P., Vincke, P., ve Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European journal of operational research*, 24(2), 228-238.
- Byun, D. H. (2001). The AHP approach for selecting an automobile purchase model. *Information & management*, 38(5), 289-297.
- Canbulut, G., Köse, E., ve Arik, O. A. (2022). Public transportation vehicle selection by the grey relational analysis method. *Public Transport*, 14(2), 367-384.
- Chen, C.T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114: 1-9.
- Chen, S.H., ve Hsieh, C.H. (2000). Representation, ranking, distance, and similarity of LR type fuzzy number and application, *J. Intell. Process. Syst.* 6 (4) 217–229.
- Çakır, E., ve Can, M. (2019). Best-worst yöntemine dayalı ARAS yöntemi ile dış kaynak kullanım tercihinin belirlenmesi: Turizm sektöründe bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (3), 1273-1300.
- Daş, G. S., ve Tetik, T. (2017). Bir iletişim uydu operatörünün fırlatma aracı seçim problemi için kesin ve bulanık VZA yaklaşımlarının karşılaştırılması. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 5(1), 21-31.
- Demir, G., Damjanović, M., Matović, B., ve Vujadinović, R. (2022). toward sustainable urban mobility by using fuzzy-FUCOM and fuzzy-CoCoSo methods: The case of the SUMP podgorica. *Sustainability*, 14(9), 4972.
- Doğan, E. M., Eren M., ve Çelik, K. (2017). Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine yönelik COPRAS-G yöntemi ile karar verme. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 153-178.
- Ecer, F. (2020). Çok Kriterli Karar Verme. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.
- Ecer, F., ve Pamucar, D. (2020). Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B) multi-criteria model. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121981.
- Galińska, B. (2019). MCDM as the tool of intelligent decision making in transport case study analysis. *Scientific And Technical Conference Transport Systems Theory And Practice*, 67-79.
- Garg, C. P., Görçün, Ö. F., Kundu, P., ve Küçükönder, H. (2023). An integrated fuzzy MCDM approach based on Bonferroni functions for selection and evaluation of industrial robots for the automobile manufacturing industry. *Expert Systems with Applications*, 213, 118863.
- Gorcun, O. F., Senthil, S., ve Küçükönder, H. (2021). Evaluation of tanker vehicle selection using a novel hybrid fuzzy MCDM technique. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 140-162.
- Görçün, Ö. F. (2021). Evaluation of the selection of proper metro and tram vehicle for urban transportation by using a novel integrated MCDM approach. *Science progress*, 104(1), 0036850420950120.
- Guo, S., ve Qi, Z. (2021). A fuzzy best-worst multi-criteria group decision-making method. *IEEE Access*, Vol. 9, pp. 118941 – 118952.
- Guo, S., ve Zhao, H. (2017). Fuzzy Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method And Its Applications. *Knowledge-Based Systems*, 121, 23-31.

- Güngör, İ., ve İşler, D. B. (2005). Analitik hiyerarşi yaklaşımı ile otomobil seçimi. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 21-33.
- Hashemkhani Zolfani, S., Chatterjee, P., ve Yazdani, M. (2019). A structured framework for sustainable supplier selection using a combined BWM-CoCoSo model. *International Scientific Conference Contemporary Issues In Business, Management And Economics Engineering'2019*.
- Hoseini SA, Hashemkhani Zolfani S, Skačkauskas P, Fallahpour A, Saberi S. A Combined Interval Type-2 Fuzzy MCDM Framework for the Resilient Supplier Selection Problem. *Mathematics*. 2022; 10(1):44.
- <https://teknoloji.org/turkiyede-satilan-elektrikli-arabalar/> (Erişim tarihi: 07.08.2023).
- <https://www.indicata.com.tr/hakimizda/haberler-ve-medya/94-temmuz-2022-turkiye-otomotiv-2-el-online-pazar-analiz-raporu> (Erişim tarihi: 22.08.2022).
- <https://www.miniyol.com/blog/ arac-kiralamanin-tarihcesi> (Erişim tarihi: 23.04.2023)
- https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_applications.htm (Erişim tarihi: 09.12.2023)
- <https://yolcu360.com/blog/en-cok-kiralanan-arabalar-hangileri/> (Erişim tarihi: 29.03.2023).
- Izdebskia, M., Jacyna-Gołdab, I., Nivettec, M., ve Szczepańska, E. (2022). Eksploatacja i Niezawodność—Maintenance and Reliability. *Eksploatacja I Niezawodność*, 24(3), 407.
- Jafarzadeh Ghouschi, S., Khazaeili, M., Amini, A., ve Osgooei, E. (2019). Multi-criteria sustainable supplier selection using piecewise linear value function and fuzzy best-worst method. *Journal of Intelligent ve Fuzzy Systems*, vol. 37, no. 2, pp. 2309-2325, 2019.
- Kabak, M., ve Uyar, Ö. (2013). Lojistik sektöründe ağır ticari araç seçimi problemine çok ölçütlü bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28 (1).
- Khan, F., Ali, Y., ve Khan, A. U. (2020). Sustainable hybrid electric vehicle selection in the context of a developing country. *Air Quality, Atmosphere ve Health*. 13, 489–499.
- Kijewska, K., Iwan, S., ve Małeckı, K. (2019). Applying multi-criteria analysis of electrically powered vehicles implementation in urban freight transport. *Procedia Computer Science*, 159, 1558-1567.
- Liang, X., Chen, T., Ye, M., Lin, H., ve Li, Z. (2021). A hybrid fuzzy BWM-VIKOR MCDM to evaluate the service level of bike-sharing companies: A case study from Chengdu, China. *Journal of Cleaner Production* 298,126759
- Liu, A., Ji, X., Lu, H., ve Liu, H. (2019). The selection of 3PRLs on self-service mobile recycling machine: interval-valued pythagorean hesitant fuzzy best-worst multi-criteria group decision-making. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 230, pp. 734-750.
- Milosavljević, M., Kasalica, S., ve Matic, M. (2018, October). The selection of optimal transport vehicle using multi criteria decision making methods. *In Proceedings of the 2nd International Conference on Management, Engineering and Environment (ICMNEE 2018), Belgrade, Serbia* (pp. 11-12).
- Mitropoulos, L. K., ve Prevedouros, P. D. (2016). Incorporating sustainability assessment in transportation planning: an urban transportation vehicle-based approach. *Transportation Planning and Technology*, 39(5), 439-463.

- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Eren, H., ve Şanlı, B. (2014). AHP temelli Promethee sıralama yöntemi ile hafif ticari araç seçimi. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics ve Administrative Sciences*, 19(4).
- Özbek, A. (2012). Küçük ölçekli işletme için analitik ağ süreci ile ticari araç seçimi. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 1 (4), 0-10.
- Pamuçar, D. S., ve Savin, L. M. (2020). Multiple-criteria model for optimal off-road vehicle selection for passenger transportation: BWM-COPRAS model. *Vojnotehni Čki Glasnik / Military Technical Courier*, Vol. 68, Issue 1, pp.28-64.
- Patil, A. N., Bhale, N. G. P., Raikar, N., & Prabhakaran, M. (2017). Car selection using hybrid fuzzy AHP and grey relation analysis approach. *International Journal of Performability Engineering*, 13(5), 569.
- Peng, X., ve Huang, H. (2020). Fuzzy decision making method based on CoCoSo with critic for financial risk evaluation. *Technological and Economic Development of Economy*, 26(4), 695-724.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49–57.
- Saaty, T. (1986). Axiomatic Foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*. Vol. 32(7); 841- 855.
- Sendek-Matysiak, E. (2019). Multi-criteria analysis and expert assessment of vehicles with different drive types regarding their functionality and environmental impact. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 102, 185-195. ISSN: 0209-3324.
- Soba, M. (2012). Promethee yöntemi kullanarak en uygun panelvan otomobil seçimi ve bir uygulama. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 7(28), 4708-4721.
- Sonar, H. C., ve Kulkarni, S. D. (2021). An integrated ahp-mabac approach for electric vehicle selection. *Research in Transportation Business ve Management*, 41, 100665.
- Süt N. İ., Hamurcu M., ve Eren T. (2019). An application of green transportation in campus: a decision making process for selection of ring vehicles. *Gazi Journal of Engineering Science*, 5(1), 9-21.
- Şahin, Y., ve Akyer, H. (2011). Ülke kaynaklarının verimli kullanımı: 4x4 arama ve kurtarma aracı seçiminde AHS ve TOPSIS yöntemlerinin uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 3(5), 72-87.
- Şengül, Ü., Eren, M., ve Shiraz S. E. (2012). Bulanık AHP ile belediyelerin toplu taşıma araç seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 143-165.
- Şişman, A. G. B., ve Eleren, A. (2013). En uygun otomobilin gri ilişkisel analiz ve electre yöntemleri ile seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 411-429.
- Tang, Y. C., ve Beynon, M. J. (2005). Application and development of a fuzzy analytic hierarchy process within a capital investment study. *Journal of economics and management*, 1(2), 207-230.
- Taş, M. A., Çakır, E., ve Ulukan, Z. (2021). Spherical fuzzy swara-marcos approach for green supplier selection. *3C Tecnologia*, 10.

- Tian, G., Liu, X., Zhang, M., Yang, Y., Zhang, H., Lin, Y., ... ve Li, Z. (2019). Selection of take-back pattern of vehicle reverse logistics in China via Grey-DEMATEL and Fuzzy-VIKOR combined method. *Journal of cleaner production*, 220, 1088-1100.
- Turoń, K. (2022). Carsharing vehicle fleet selection from the frequent user's point of view. *Energies*, 15(17), 6166.
- Turoń, K. (2022). Multi-criteria decision analysis during selection of vehicles for car-sharing services-regular users' expectations. *Energies*, 15(19), 7277.
- Turoń, K. (2022). Selection of car models with a classic and alternative drive to the car-sharing services from the system's rare users perspective. *Energies*, 15(19), 6876.
- Turoń, K., Kubik, A., ve Chen, F. (2022). What car for car-sharing? Conventional, electric, hybrid or hydrogen fleet? Analysis of the vehicle selection criteria for car-sharing systems. *Energies*, 15(12), 4344.
- Ulkhaq, M. M., Wijayanti, W. R., Zain, M. S., Baskara, E., & Leonita, W. (2018, March). Combining the AHP and TOPSIS to evaluate car selection. In *Proceedings of the 2nd International Conference on High Performance Compilation, Computing and Communications* (pp. 112-117).
- Ulutaş, A., Karakuş, C. B., ve Topal, A. (2020). Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent ve Fuzzy Systems*, Vol. 38(4), pp. 4693–4709.
- Ulutaş, A., Popovic, G., Radanov, P., Stanujkic, D., ve Karabasevic, D. (2021). A new hybrid fuzzy PSI-PIPRECIA-CoCoSo MCDM based approach to solving the transportation company selection problem. *Technological and Economic Development of Economy*, 27(5), 1227-1249.
- Wakeel, S., Bingol, S., Ahmad, S., Bashir, M. N., Emamat, M. S. M. M., Ding, Z., ve Hussain, F. (2021). A new hybrid lgpmbwm-piv method for automotive material selection. *Informatica*, 45(1).
- Wan, S., Dong, J., ve Chen, S. M. (2021). Fuzzy best-worst method based on generalized interval-valued trapezoidal fuzzy numbers for multi-criteria decision-making. *Information Sciences*, Vol. 573, pp. 493-518.
- Wan, S., Dong, J., ve Chen, S. M. (2021). Fuzzy best-worst method based on generalized interval-valued trapezoidal fuzzy numbers for multi-criteria decision-making. *Information Sciences*, 573, 493-518.
- Wen, Z., Liao, H. C., Zavadskas, E. K., ve Al-Balrakati, A. (2019). Selection third-party logistics service providers in supply chain finance by a hesitant fuzzy linguistic combined compromise solution method. *Economic Research Ekonomiska Istrazivanja*.
- Yavas, M., Ersoz, T., Kabak, M., ve Ersoz, F. (2014). Otomobil seçimine çok kriterli yaklaşım önerisi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(4), 110-118.
- Yavuz, M., Oztaysi, B., Onar, S. C., ve Kahraman, C. (2015). Multi-criteria evaluation of alternative-fuel vehicles via a hierarchical hesitant fuzzy linguistic model. *Expert Systems with Applications*, 42(5), 2835-2848.
- Yayla, A. Y., ve Yildiz, A. (2013). Fuzzy analytic network process based multi criteria decision making methodology for a family automobile purchasing decision: case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 24(2), 167-180.

Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., ve Turskis, Z. (2018). a combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, Vol. 57 (9).

Yıldız, A., ve Ergul, E. U. (2014). Usage of Fuzzy Multi-criteria decision making method to solve the automobile selection problem. *Journal of engineering and fundamentals*, 1(10).

Yousefi, A., ve Hadi-Vencheh, A. (2010). An integrated group decision making model and its evaluation by dea for automobile industry. *Expert Systems with Applications*, 37, 8543-8556.

Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets, *Inf. Control* 8 (3) 338–353.

Zhang, M., Xie, Y., Huang, L., ve He, Z. (2014). Service quality evaluation of car rental industry in China. *International Journal of Quality ve Reliability Management*, Vol. 31, No. 1, pp. 82-102.



7. EKLER

EK 1: Kriter Değerlendirme Formu

a) Aşağıda istenilen bilgileri doldurunuz.

Uzman Bilgileri	
Adı Soyadı	
Araç Kiralama Firmasının Adı	
Yaş	
Ne kadar süredir araç kiralama hizmeti sunmaktasınız?	

b) Firmanız filosuna yeni bir araç ekleyeceği takdirde aşağıdaki kriterlerin önemini 0-100 arasında puanlayınız (100 en önemli). Tabloda yer almayan ve önem verdiğiniz başka bir kriter var ise yazınız ve puanlayınız.

Kriterler	Puan
Fiyat	
Yakıt tüketimi/ tasarrufu	
Konfor	
Güvenlik	
Estetik/Stil/Renk	
Motor gücü/hacmi	
İkinci el satış değeri	
Hız	
Performans	
Satış sonrası hizmet	
Bakım maliyetleri	
Marka/Sevgi derecesi	

Diğer kriter:.....

EK 2: Ağustos 2023 Türkiye’de Satılan Elektrikli Otomobiller Listesi

Ağustos 2023 Türkiye’de Satılan Elektrikli Otomobiller
Citroën Ami
Tesla Model Y
Renault Zoe
Peugeot SUV e-2008
Citroën Elektrikli ë-C4
Mini Cooper SE
TOGG T10X
Seres 3 Elektrikli SUV
Hyundai Kona Elektrik
Skywell ET5 Premium Line
Skywell ET5 Premium Plus
Kia Niro EV Prestige
Subaru Solterra e-Xtreme
Hyundai IONIQ 5
Subaru Solterra e-Xclusive
Volvo XC40 Recharge
Volvo C40 Recharge Single Motor
Subaru Solterra e-Xcellent
Mercedes-Benz Yeni EQA 350 4MATIC AMG+
Volvo C40 Recharge Twin Motor
Kia EV6–229 PS Otomatik 4×4 Prestige Long Range
Kia EV6–325 PS Otomatik 4×4 GT-Line Long Range
Kia EV6 – 585 PS Otomatik 4×4 GT
BMW iX3
Kia EV6–325 PS Otomatik 4×4 Prestige Long Range
Jaguar I-Pace SE
BMW i4 eDrive40 M Sport
Mercedes-Benz EQC 400 4MATIC
Jaguar I-Pace HSE
Audi e-tron Advanced 55 quattro
Audi e-tron S line 55 quattro
Audi e-tron Sportback Advanced 55 quattro
Audi e-tron Sportback S line 55 quattro

Mercedes-Benz Yeni EQE 350 4MATIC

Porsche Taycan

BMW i4 M50

BMW iX First Edition Essence

BMW iX First Edition Sport

Audi e-tron GT quattro

Mercedes-Benz Mercedes-AMG Yeni EQE 53 4MATIC+

Mercedes-Benz Yeni EQS 580 4MATIC

Mercedes-Benz Mercedes-AMG Yeni EQS 53 4MATIC+

Audi RS e-tron GT quattro

BMW i7

** <https://teknoloji.org/turkiyede-satilan-elektrikli-arabalar/>

EK 3: Lingo Kodları

KV 1 için lingo kodu:

MIN=k;
l3-0.67*u1<=k*u1;
l3-0.67*u1>=-k*u1;
m3-1*m1<=k*m1;
m3-1*m1>=-k*m1;
u3-1.5*I1<=k*I1;
u3-1.5*I1>=-k*I1;
l3-3.50*u2<=k*u2;
l3-3.50*u2>=-k*u2;
m3-4*m2<=k*m2;
m3-4*m2>=-k*m2;
u3-4.50*I2<=k*I2;
u3-4.50*I2>=-k*I2;
l3-1.5*u4<=k*u4;
l3-1.5*u4>=-k*u4;
m3-2*m4<=k*m4;
m3-2*m4>=-k*m4;
u3-2.5*I4<=k*I4;
u3-2.5*I4>=-k*I4;
l3-1.5*u5<=k*u5;
l3-1.5*u5>=-k*u5;
m3-2*m5<=k*m5;
m3-2*m5>=-k*m5;
u3-2.5*I5<=k*I5;
u3-2.5*I5>=-k*I5;
l3-2.5*u6<=k*u6;
l3-2.5*u6>=-k*u6;
m3-3*m6<=k*m6;
m3-3*m6>=-k*m6;
u3-3.5*I6<=k*I6;
u3-3.5*I6>=-k*I6;
l3-0.67*u7<=k*u7;
l3-0.67*u7>=-k*u7;
m3-1*m7<=k*m7;
m3-1*m7>=-k*m7;
u3-1.5*I7<=k*I7;
u3-1.5*I7>=-k*I7;

l1-2.5*u2<=k*u2;
l1-2.5*u2>=-k*u2;
m1-3*m2<=k*m2;
m1-3*m2>=-k*m2;
u1-3.5*I2<=k*I2;
u1-3.5*I2>=-k*I2;
l4-1.5*u2<=k*u2;
l4-1.5*u2>=-k*u2;
m4-2*m2<=k*m2;
m4-2*m2>=-k*m2;
u4-2.5*I2<=k*I2;

EK 3: Lingo Kodları (Devam)

```
u4-2.5*I2>=-k*I2;  
I5-1.5*u2<=k*u2;  
I5-1.5*u2>=-k*u2;  
m5-2*m2<=k*m2;  
m5-2*m2>=-k*m2;  
u5-2.5*I2<=k*I2;  
u5-2.5*I2>=-k*I2;  
I6-0.67*u2<=k*u2;  
I6-0.67*u2>=-k*u2;  
m6-1*m2<=k*m2;  
m6-1*m2>=-k*m2;  
u6-1.5*I2<=k*I2;  
u6-1.5*I2>=-k*I2;  
I7-2.5*u2<=k*u2;  
I7-2.5*u2>=-k*u2;  
m7-3*m2<=k*m2;  
m7-3*m2>=-k*m2;  
u7-3.5*I2<=k*I2;  
u7-3.5*I2>=-k*I2;
```

```
(1/6)*I1+(1/6)*4*m1+(1/6)*u1+(1/6)*I2+(1/6)*4*m2+(1/6)*u2+(1/6)*I3+(1/6)*4*m3+(  
1/6)*u3+(1/6)*I4+(1/6)*4*m4+(1/6)*u4+(1/6)*I5+(1/6)*4*m5+(1/6)*u5+(1/6)*I6+(1/6)  
*4*m6+(1/6)*u6+(1/6)*I7+(1/6)*4*m7+(1/6)*u7=1;
```

```
I1<=m1;  
m1<=u1;  
I2<=m2;  
m2<=u2;  
I3<=m3;  
m3<=u3;  
I4<=m4;  
m4<=u4;  
I5<=m5;  
m5<=u5;  
I6<=m6;  
m6<=u6;  
I7<=m7;  
m7<=u7;  
I1>0;  
I2>0;  
I3>0;  
I4>0;  
I5>0;  
I6>0;  
I7>0;  
k>=0;  
END
```

KV 2 için lingo kodu:

```
MIN=k;  
I1-3.50*u2<=k*u2;
```

EK 3: Lingo Kodları (Devam)

$l1-3.50*u2 \geq -k*u2$;
 $m1-4*m2 \leq k*m2$;
 $m1-4*m2 \geq -k*m2$;
 $u1-4.50*l2 \leq k*l2$;
 $u1-4.50*l2 \geq -k*l2$;
 $l1-0.67*u3 \leq k*u3$;
 $l1-0.67*u3 \geq -k*u3$;
 $m1-1*m3 \leq k*m3$;
 $m1-1*m3 \geq -k*m3$;
 $u1-1.5*l3 \leq k*l3$;
 $u1-1.5*l3 \geq -k*l3$;
 $l1-2.5*u4 \leq k*u4$;
 $l1-2.5*u4 \geq -k*u4$;
 $m1-3*m4 \leq k*m4$;
 $m1-3*m4 \geq -k*m4$;
 $u1-3.5*l4 \leq k*l4$;
 $u1-3.5*l4 \geq -k*l4$;
 $l1-1.5*u5 \leq k*u5$;
 $l1-1.5*u5 \geq -k*u5$;
 $m1-2*m5 \leq k*m5$;
 $m1-2*m5 \geq -k*m5$;
 $u1-2.5*l5 \leq k*l5$;
 $u1-2.5*l5 \geq -k*l5$;
 $l1-1.5*u6 \leq k*u6$;
 $l1-1.5*u6 \geq -k*u6$;
 $m1-2*m6 \leq k*m6$;
 $m1-2*m6 \geq -k*m6$;
 $u1-2.5*l6 \leq k*l6$;
 $u1-2.5*l6 \geq -k*l6$;
 $l1-2.5*u7 \leq k*u7$;
 $l1-2.5*u7 \geq -k*u7$;
 $m1-3*m7 \leq k*m7$;
 $m1-3*m7 \geq -k*m7$;
 $u1-3.5*l7 \leq k*l7$;
 $u1-3.5*l7 \geq -k*l7$;

$l3-2.5*u2 \leq k*u2$;
 $l3-2.5*u2 \geq -k*u2$;
 $m3-3*m2 \leq k*m2$;
 $m3-3*m2 \geq -k*m2$;
 $u3-3.5*l2 \leq k*l2$;
 $u3-3.5*l2 \geq -k*l2$;
 $l4-0.67*u2 \leq k*u2$;
 $l4-0.67*u2 \geq -k*u2$;
 $m4-1*m2 \leq k*m2$;
 $m4-1*m2 \geq -k*m2$;
 $u4-1.5*l2 \leq k*l2$;
 $u4-1.5*l2 \geq -k*l2$;
 $l5-1.5*u2 \leq k*u2$;
 $l5-1.5*u2 \geq -k*u2$;
 $m5-2*m2 \leq k*m2$;

EK 3: Lingo Kodları (Devam)

```
m5-2*m2>=-k*m2;  
u5-2.5*I2<=k*I2;  
u5-2.5*I2>=-k*I2;  
l6-1.5*u2<=k*u2;  
l6-1.5*u2>=-k*u2;  
m6-2*m2<=k*m2;  
m6-2*m2>=-k*m2;  
u6-2.5*I2<=k*I2;  
u6-2.5*I2>=-k*I2;  
l7-0.67*u2<=k*u2;  
l7-0.67*u2>=-k*u2;  
m7-1*m2<=k*m2;  
m7-1*m2>=-k*m2;  
u7-1.5*I2<=k*I2;  
u7-1.5*I2>=-k*I2;
```

```
(1/6)*I1+(1/6)*4*m1+(1/6)*u1+(1/6)*I2+(1/6)*4*m2+(1/6)*u2+(1/6)*I3+(1/6)*4*m3+(  
1/6)*u3+(1/6)*I4+(1/6)*4*m4+(1/6)*u4+(1/6)*I5+(1/6)*4*m5+(1/6)*u5+(1/6)*I6+(1/6)  
*4*m6+(1/6)*u6+(1/6)*I7+(1/6)*4*m7+(1/6)*u7=1;
```

```
l1<=m1;  
m1<=u1;  
l2<=m2;  
m2<=u2;  
l3<=m3;  
m3<=u3;  
l4<=m4;  
m4<=u4;  
l5<=m5;  
m5<=u5;  
l6<=m6;  
m6<=u6;  
l7<=m7;  
m7<=u7;  
l1>0;  
l2>0;  
l3>0;  
l4>0;  
l5>0;  
l6>0;  
l7>0;  
k>=0;  
END
```

EK 4: Etik Kurul Raporu

Evrak Tarih ve Sayısı: 08.12.2023-157141

T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurul Kararı

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
05	02	06.12.2023

Karar Numarası: 2023/02

Doç. Dr. Hacer YUMURTACI AYDOĞMUŞ'un Danışmanlığını yaptığı Yüksek Lisans öğrencisi Dilara Zeynep YÜZEN'in Araştırmanın yürütücüsü olduğu 30.11.2023 tarihli ve 5783 E. No'lu "**Bir Araç Kiralama Firmasının Araç Seçimi Problemi İçin Hibrit Bulanık BWM-CoCoSo Yöntemi Uygulaması**" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait etik kurul başvurusunun görüşülmesi istemi.

Doç. Dr. Hacer YUMURTACI AYDOĞMUŞ'un Danışmanlığını yaptığı Yüksek Lisans öğrencisi Dilara Zeynep YÜZEN'in Araştırmanın yürütücüsü olduğu 30.11.2023 tarihli ve 5783 E. No'lu "**Bir Araç Kiralama Firmasının Araç Seçimi Problemi İçin Hibrit Bulanık BWM-CoCoSo Yöntemi Uygulaması**" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasına ait başvurusunun fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğun başvurucaya ait olmak üzere ekteki kriterler kapsamında değerlendirilmiş olup, araştırma süresince uygulanmasının **etik olarak uygun olduğuna** oybirliği ile karar verildi. **06.12.2023**

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Dilara Zeynep YÜZEN

Eğitim Geçmişi:

- 2019, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
- 2019, Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Dış Ticaret
- 2014, Alanya Bahçeşehir Koleji, Fen Lisesi

Mesleki Geçmişi:

- 2023-devam, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Araştırma Görevlisi, Alanya/ANTALYA
- 2019, Stajyer Mühendis, Shell & Turcas Petrol A.Ş., Gres ve Madeni Yağlar Üretimi, Derince/KOCAELİ
- 2018/2019, Tez Öğrencisi, TEI-TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş. Tepebaşı/ESKİŞEHİR, Blisk Üretimi
- 2018, Stajyer Mühendis, DemirDöküm A.Ş., Şofben Üretimi, Bozüyük/BİLECİK

Yabancı Dil Bilgisi:

İngilizce