T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

BULANIK KARAR ORTAMINDA TESİS YERİ SEÇİMİ: İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Yüksek Lisans Tezi

Bilge Nur PEKER

1000 43039

İSTANBUL, 2023

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

BULANIK KARAR ORTAMINDA TESİS YERİ SEÇİMİ: İMALAT SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Yüksek Lisans Tezi

Bilge Nur PEKER

1000 43039

Danışman: Prof. Dr. Ali GÖRENER

İSTANBUL, 2023

ÖZET

Tesis yeri seçimi, bir firmanın gelecekteki yönelimi ve rekabet gücü üzerinde büyük etkisi olan çok önemli bir planlama görevidir. Fabrikalar, montaj istasyonları, perakende satış mağazaları, depolar veya üretim tesisleri gibi yerler kurulduklarında, firmaların lokasyona bağlı sonuçlarla uzun süre başa çıkması gerekmektedir. Tesis yeri seçiminde birçok kriter entegre bir şekilde ele alınmaktadır. Sonrasında ise kriterler kullanılarak, belirlenen alternatifler arasından en uygun tesis yeri seçilmektedir. Tez çalışmasında Türkiye'nin İstanbul şehrinde imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın fabrika yeri seçimi üzerinde durulmuştur. Çalışmadaki amaç, belirli kriterler ve alternatifler çerçevesinde firmanın en uygun fabrika yeri seçiminin yapılmasıdır.

Alternatifler arasından tesis yeri seçimi hem sübjektif hem de objektif kriterleri içeren çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemidir. Çalışmada; firmanın en uygun fabrika yerinin seçilmesinde, bulanık mantık destekli güncel ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Değerlendirmede, beş ana kriter ve yirmi bir alt kriter ele alınmıştır. Çalışmada öncelikle bulanık Tam Tutarlılık Yöntemi (FUCOM) ve bulanık Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (SWARA) yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırma işlemleri sonuçları incelendiğinde en yüksek önem ağırlığına göre kriterler şu şekilde sıralanmıştır: Yatırım maliyeti (C_{33}), işletme ve bakım maliyetleri (C_{32}) ve devlet teşvikleri (C_{31}). Kriterlerin ağırlıklandırması sonrası ise yedi alternatif yer arasından bulanık Bütünleşik Uzaklık Temelli Değerlendirme (CODAS) yöntemi ve bulanık Uzlaşık Çözüme Göre Alternatifleri Değerlendirme ve Sıralama (MARCOS) yöntemiyle alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Sıralama işlemlerinin sonucunda, en iyi alternatif "A7" kodlu alternatif olan YTÜ Yıldız Teknopark olarak hesaplanırken, en kötü alternatif ise "A1" kodlu alternatif olan Bayrampaşa olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Tesis Yeri Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık FUCOM, Bulanık SWARA, Bulanık CODAS, Bulanık MARCOS.*

ABSTRACT

Facility location selection is a crucial planning task that has a major impact on a firm's future direction and competitiveness. When places such as factories, assembly stations, retail stores, warehouses or production facilities are established, firms have to deal with location-dependent consequences for a long time. Many criteria are considered in an integrated way in the selection of facility location. Then, using the criteria, the most suitable facility location is selected among the determined alternatives. In this study, the choice of factory location of a company operating in the manufacturing sector in Istanbul, Turkey is emphasized. The aim of the study is to choose the most suitable factory location of the company within the framework of certain criteria and alternatives.

Selection of facility location among alternatives is a multi-criteria decision making (MCDM) problem that includes both subjective and objective criteria. In the study; fuzzy logic supported up-to-date MCDM methods were used to select the most suitable factory location of the company. Five main criteria and twenty-one sub-criteria were considered in the evaluation. In the study, first of all, the criteria were weighted with the fuzzy Full Consistency Method (FUCOM) and the fuzzy Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) method. When the results of the weighting processes are examined, the criteria are listed according to the highest importance weight as follows: Investment cost (C_{33}), operation and maintenance costs (C_{32}) and government incentives (C_{31}). After the weighting of the criteria, the alternatives were ranked by the fuzzy Combinative Distance-based Assessment (CODAS) method and the fuzzy Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution (MARCOS) method among seven alternative places. As a result of the ranking processes, the best alternative was calculated as YTU Yıldız Teknopark with the "A7" coded alternative, while the worst alternative was calculated as Bayrampaşa, the "A1" coded alternative.

Keywords: *Facility Location Selection, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy FUCOM, Fuzzy SWARA, Fuzzy CODAS, Fuzzy MARCOS.*

ÖNSÖZ

Tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yön gösteren ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali GÖRENER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın uygulama bölümü için değerli vaktini ayıran, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım uzmanlara ve uygulama yaptığım firmaya, desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince beni destekleyen ve yüreklendiren tüm aileme sonsuz teşekkür ederim. Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşim Rahim Can PEKER'e de sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

Özet.... ii
Abstract.... iii
Önsöz.... iv
Tablolar Listesi.... vii
Şekiller Listesi.... x
Kısaltmalar.... xi

GİRİŞ.... 1

1. TESİS YERİ SEÇİMİ.... 4
1.1. Tesis Yeri Kavramının Tanımı ve Özellikleri.... 4
1.2. Tesis Yeri Seçimi Problemi Kavramının Tanımı, Kapsamı ve Önemi.... 4
1.5. Tesis Yeri Seçimi Probleminin Süreci.... 6
1.6. Tesis Yeri Seçimi Problemi Analizlerinin Niteliği ve Amacı.... 7
1.7. Tesis Yeri Seçimi Problemlerini Etkileyen Kriterler.... 7
1.7.1. Devlet Teşvikleri.... 8
1.7.2. Enerji.... 8
1.7.3. Hammadde.... 9
1.7.4. İklim.... 9
1.7.5. İş Gücü.... 9
1.7.6. Pazar.... 10
1.7.7. Sanayi Bölgelerine Yakınlık.... 10
1.7.8. Sosyal ve Kültürel Sebepler.... 10
1.7.9. Su.... 10
1.7.10. Ulaşım.... 11
1.8. İmalat Sektöründe Tesis Yeri Seçimi Probleminin Önemi.... 12

2. LİTERATÜR TARAMASI.... 13
2.1. Literatürde Kullanılan Araştırma Yöntemleri.... 21
2.2. Literatürde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri.... 22

3. KULLANILAN YÖNTEMLER 25
3. 1. Bulanık Küme Teorisi 25
3.2. Üçgen Bulanık Sayılar 26
3.3. Bulanık FUCOM Yöntemi 28
3.4. Bulanık SWARA Yöntemi 33
3.5. Bulanık CODAS Yöntemi 36
3.6. Bulanık MARCOS Yöntemi 40

4. UYGULAMA 46
4.1. Bulanık FUCOM Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Tespiti 50
4.2. Bulanık SWARA Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Tespiti 60
4.3. Bulanık CODAS Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması 67
4.4. Bulanık MARCOS Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması 81

SONUÇ 89
KAYNAKÇA 95
EKLER 106

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1 Tesis Yeri Seçimi Probleminde Kullanılan Araştırma Yöntemleri..... 21
Tablo 2 Tesis Yeri Seçimi Probleminde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri..... 23
Tablo 3 Bulanık FUCOM Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri 29
Tablo 4 Bulanık SWARA Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri 34
Tablo 5 Bulanık CODAS Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri 37
Tablo 6 Bulanık MARCOS Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri 42
Tablo 7 KV'lere Ait Bilgiler 47
Tablo 8 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri 50
Tablo 9 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri..... 50
Tablo 10 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri 51
Tablo 11 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri 52
Tablo 12 KV_1'e göre Sıralanmış Kriterlerin Bulanık Sayı Karşılıkları ve Karşılaştırması..... 53
Tablo 13 KV_1'e göre Koşul Değerleri..... 54
Tablo 14 Bulanık Kriter Ağırlıkları (KV_1-KV_5) ve DMC(X) Değerleri..... 56
Tablo 15 Bulanık Kriter Ağırlıkları (KV_6-KV_9) ve DMC(X) Değerleri..... 57
Tablo 16 Bulanık FUCOM Yönteminde Nihai Kriter Ağırlıkları..... 58
Tablo 17 Bulanık FUCOM Yönteminde Global Kriter Ağırlıkları ve Sıralama..... 59
Tablo 18 KV'lerin Ana Kriterleri Önem Sıralarına göre Değerlendirmeleri 60
Tablo 19 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri 60
Tablo 20 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri 60
Tablo 21 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Önem Sıralarına göre Değerlendirmeleri 61
Tablo 22 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri 61

Tablo 23 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri 61
Tablo 24 KV_1 Ana Kriter Hesaplamaları 62
Tablo 25 KV_1 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları 62
Tablo 26 KV_1 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları 63
Tablo 27 KV_1 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları 63
Tablo 28 KV_1 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları 63
Tablo 29 KV_1 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları 63
Tablo 30 Ana Kriterlerin Ağırlık Sonuçları 64
Tablo 31 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlık Sonuçları 64
Tablo 32 Bulanık SWARA Yönteminde Nihai Kriter Ağırlıkları 65
Tablo 33 Bulanık SWARA Yöntemi Global Kriter Ağırlıkları ve Sıralama 66
Tablo 34 Bulanık FUCOM ve Bulanık SWARA Yöntemi Karşılaştırma 67
Tablo 35 KV_1 Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları 68
Tablo 36 KV'lerin Sözel Değerlendirmelerinin Aritmetik Ortalaması 69
Tablo 37 Başlangıç Matrisi 70
Tablo 38 Bulanık Normalleştirilmiş Karar Matrisi 71
Tablo 39 Bulanık SWARA ve Bulanık FUCOM Yöntemi Ortalama Ağırlıklar 72
Tablo 40 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (SWARA-CODAS) 73
Tablo 41 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (FUCOM-CODAS) 74
Tablo 42 Negatif İdeal Çözüm 75
Tablo 43 Öklid ve Hamming Uzaklıkları (SWARA) 76
Tablo 44 Öklid ve Hamming Uzaklıkları (FUCOM) 77
Tablo 45 T(X) Değeri Tablosu (SWARA-CODAS) 78
Tablo 46 T(X) Değeri Tablosu (FUCOM-CODAS) 78
Tablo 47 Göreli Önem Matrisi (SWARA-CODAS) 79
Tablo 48 Göreli Önem Matrisi (FUCOM-CODAS) 79
Tablo 49 Bulanık CODAS Yöntemi Sıralama Sonuçları 79
Tablo 50 KV_1'in Dilsel İfadeleri ve Bulanık Sayı Karşılıkları 81
Tablo 51 Genişletilmiş Bulanık Karar Matrisi 82
Tablo 52 Normalleştirilmiş Başlangıç Bulanık Karar Matrisi 83
Tablo 53 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (SWARA-MARCOS) 85
Tablo 54 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (FUCOM-MARCOS) 86

Tablo 56 En İyi Alternatifin Hesaplanması (SWARA-MARCOS) 87
Tablo 57 En İyi Alternatifin Hesaplanması (FUCOM-MARCOS)..... 88
Tablo 58 Bulanık MARCOS Yöntemi Sıralama Sonuçları..... 88

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1 Bulanık SWARA, SWARA-CODAS ve SWARA-MARCOS Akış Diyagramı 48
Şekil 2 Bulanık FUCOM, FUCOM-CODAS ve FUCOM-MARCOS Akış Diyagramı 49
Şekil 3 Farklı θ Değerleri için Sıralama Grafiği (CODAS-SWARA) 80
Şekil 4 Farklı θ Değerleri için Sıralama Grafiği (CODAS-FUCOM) 80

KISALTMALAR

AHP	:	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
ANP	:	Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
ARAS	:	Additive Ratio Assessment (Katkı Oranı Değerlendirmesi)
Ar-Ge	:	Araştırma ve Geliştirme
BWM	:	Best-Worst Method (En İyi En Kötü Yöntemi)
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemi
CoCoSo	:	Combined Compromise Solution (Karma Uzlaşmacı Çözüm)
CODAS	:	Combinative Distance-based Assessment (Bütünleşik Uzaklık Temelli Değerlendirme)
COPRAS	:	Complex Proportional Assessment (Karmaşık Nispi Değerlendirme)
CRITIC	:	The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önem Tespiti)
ÇKKV	:	Çok Kriterli Karar Verme
DEA	:	Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
DEMATEL	:	Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı)
DMC	:	Deviations from the Maximum Consistency (Maksimum Tutarlıktan Sapmalar)
EDAS	:	Evaluation based on Distance from Average Solution (Ortalama Çözümden Uzaklığa Dayalı Değerlendirme)
ELECTRE	:	Elimination and Choice Translating Reality (Gerçeği İfade Edecek Eleme ve Seçim)
KDV	:	Katma Değer Vergisi
KV	:	Karar Verici
MABAC	:	Multi Attributive Border Approximation area Comparison (Çok Ölçütlü Sınır Yaklaşım Alanı Kıyaslaması)
MAIRCA	:	Multi-Attributive Ideal-Real Comparative Analysis (Çok Ölçütlü İdeal-Gerçek Karşılaştırma Analizi)

MARCOS	:	Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution (Uzlaşık Çözüme Göre Alternatifleri Değerlendirme ve Sıralama)
MCDM	:	Multi-Criteria Decision Making
MOORA	:	Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis (Oran Analizi Temelli Çok Amaçlı Optimizasyon)
PIPRECIA	:	Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment (Pivot İkili Göreli Kriter Önem Değerlendirmesi)
PROMETHEE	:	Preference Ranking Organization Method of Enrichment Evaluation (Değerlendirmelerin Zenginleştirilmesi için Tercih Sıralama Organizasyon Yöntemi)
SAW	:	Simple Additive Weighting (Ağırlıklı Toplam Model)
SWARA	:	Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi)
TODIM	:	Tomada de Decisao Interativa Multicriterio-Interative Multi Criteria Decision Making (İnteraktif Çok Kriterli Karar Verme-Etkileşimli Çok Kriterli Karar Verme)
TOPSIS	:	Technique for Order Prefence by Similarity Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Tercihi Yöntemi)
TÜBİTAK	:	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
VIKOR	:	Multiple Criteria Optimization and Compromise Solution (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmacı Çözüm)
WASPAS	:	Weighted Aggregated Sum Product Assessment (Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi)
WLC	:	Weighted Linear Combination (Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon)
WPM	:	Weighted Product Method (Ağırlıklı Çarpım Yöntemi)
WSM	:	Weighted Sum Method (Ağırlıklı Toplam Yöntemi)

GİRİŞ

Bir firmanın kuruluş düşüncesi, her şeyden önce iş kurma isteği ile başlamaktadır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 73). Büyüklüğü ve sektörü ne olursa olsun her firma en az bir kez iş amacına uygun tesis yeri seçimi problemi ile karşı karşıya kalmaktadır. Tesis yeri seçimi probleminin, stratejik önemi ve yüksek karmaşıklığı nedeniyle sistematik bir karar desteği vazgeçilmezdir (Kik vd., 2022, s. 116).

Tesis yeri seçimi en çok çalışılan optimizasyon problemlerinden biridir (Pourrezaie-Khaligh vd., 2022, 243). Ayrıca firmaların operasyon ve pazarlama modellerine karar veren ve yatırım modellerini etkileyen bir problemdir. Tesis yeri seçimi problemi, sadece yeni firmalar için değil yeni tesisler kuran mevcut firmalar için de aynı derecede önemlidir (Chithambaranathan vd., 2022, s. 1215). Tesis yeri bir kez seçildiğinde ve dağıtım şekli belirlendiğinde; hizmet modunu, kaliteyi, verimliliği ve maliyeti doğrudan etkilemektedir. Aynı zamanda firmaların kaderini belirlemektedir. Tesisin uygun olmayan şekilde seçilmesinin telafi edilmesi zor olan sonuçları vardır. Tesis yeri olarak seçilecek alternatiflerin incelenmesi büyük ekonomik ve sosyal öneme sahiptir (Liu vd., 2022, s. 13292-13293).

Bir dizi alternatif arasından bir tesis yeri seçimi hem nicel hem de nitel kriterleri içeren bir ÇKKV problemidir (Sabry vd., 2022, s. 1). İstanbul gibi büyük bir şehirde yeni bir imalat fabrikası için yer seçimi, birçok ilgili kriter ve potansiyel yer alternatifi ile karmaşık ve zor bir karar verme görevidir. Bu bağlamda ÇKKV yöntemleri, yöneticileri güçlendirebilecek ve karar verme sürecini kolaylaştırabilecek güvenilir ve çok boyutlu karar verme araçlarıdır (Torkayesh ve Simic, 2022, s. 2).

Son yıllarda birçok yazar dikkatlerini tesis yeri seçimi problemine ayırmış ve yeni yaklaşımlar ve uygulamalar ortaya çıkarmıştır (Chithambaranathan vd., 2022, s. 1215). ÇKKV yöntemleri; karar vericilere (KV), dikkate alınacak çeşitli kriterlerle alınması gereken çeşitli alternatif kararlar konusunda yardımcı olmaktadır. Her bir kriterin öneminin ve her bir alternatifin her bir kritere uygunluk derecesinin belirsizlik içermesi, bir sorun olarak görülmektedir. Genellikle KV'ler tarafından verilen

değerlendirmeler, niteliksel olarak yapılmakta ve dilsel olarak temsil edilmektedir (Hakim ve Putra, 2022, s. 70).

ÇKKV yöntemleri, ilgili kriterlerin ağırlık katsayılarının belirlenmesi ve potansiyel yer alternatiflerinin sıralanması olmak üzere iki kısımda karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır (Torkayesh ve Simic, 2022, s. 2). Herhangi bir yanlılık, öznellik veya zamanla ilgili yanıltıcı bilgiler yanlış bir ağırlık katsayısı oluşturabilmektedir. Ağırlık katsayılarının belirlenmesi, ÇKKV yöntemleri hesaplamalarının en önemli ve kritik parçasıdır. Bu amaçla ağırlık katsayılarının belirlenmesi sürecinde öngörülemeyen belirsiz ancak gelecekteki olası olayların dikkate alınması, gerçek yaşam uygulamalarında büyük önem taşımaktadır (Torkayesh ve Simic, 2022, s. 2). Genel olarak ÇKKV yöntemlerinin ikinci aşaması, birinci aşamada belirlenen ağırlık vektörüne göre birkaç alternatifin sıralanması ile ilgilenmektedir (Torkayesh ve Simic, 2022, s. 2).

Bu çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılması için öncelikle bulanık FUCOM yöntemi kullanılmıştır. FUCOM, belirli bir hiyerarşi düzeyindeki tüm elemanların ağırlık katsayılarına izin veren ve karşılaştırma için tutarlılık koşulları sağlayan bir yöntemdir. FUCOM yöntemi, kriterlerin ağırlığını belirlemek için uygulanması kolay bir algoritma kullanmaktadır (Demir vd., 2022, s. 7). En İyi En Kötü Yöntemi (BWM) ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi eksikliklerini önemli ölçüde ortadan kaldıran FUCOM yöntemi, daha az sayıda ikili karşılaştırma gerektirir (Baki, 2022a, s. 20).

Bulanık FUCOM yöntemi sonrasında ise kriterler bulanık SWARA yöntemi kullanılarak tekrar ağırlıklandırılmıştır. Bulanık SWARA yöntemi, tanıtılan geleneksel SWARA yönteminin genişletilmiş bir versiyonudur. Yeni bir yöntem olmasının yanı sıra, diğer geleneksel ağırlıklandırma yöntemlerine göre daha az hesaplama işlemi ile kriterlerin ağırlıklarını hesaplayabildiği için kullanışlı bir yöntemdir (Görçün vd., 2022, s. 8). Bu strateji, KV'lerin kriter değerlendirme sürecinde kendi önceliklerini belirlemelerine olanak tanımaktadır (Akpınar, 2022, s. 110). Bulanık SWARA yöntemi, maksimum düzeyde tutarlı olduğundan ek bir tutarlılık analizi gerektirmemektedir (Görçün vd., 2022, s. 8).

Bulanık FUCOM ve bulanık SWARA yöntemleri ile kriterler ağırlıklandırıldıktan sonra bulanık CODAS yöntemi kullanılarak her iki ağırlıklandırma yöntemi ile alternatifler kriterlere göre sıralandırılacaktır. CODAS yöntemi, farklı sektörlerin farklı karar problemleri kapsamında çeşitli araştırmacılar tarafından uygulanmıştır (Panchal vd., 2022, s. 2718). CODAS; "mesafe" kavramına dayalı verimli ve güçlü bir ÇKKV yöntemidir (Aro vd., 2022, s. 5). Bulanık CODAS yöntemi, alternatifleri kriterlere göre sıralamayı hedeflemektedir (Sharafi vd., 2022, s. 5).

Bulanık CODAS yöntemi kullanılarak her iki ağırlıklandırma yöntemi ile alternatifler kriterlere göre sıralandırıldıktan sonra bulanık MARCOS yöntemi ile aynı işlem tekrarlanmıştır. MARCOS yöntemi, alternatifler ile ideal ve ideal olmayan noktaları temsil eden referans değerleri arasında önceden belirlenmiş bir bağlantıya dayanmaktadır. MARCOS yöntemi, birçok faydası ve farklı ÇKKV yöntemlerine uyarlanabilirliği sayesinde geniş bir sektör yelpazesinde çeşitli hedefler için halihazırda yaygın olarak kullanılmaktadır (Abualkishik vd., 2022, s. 10). Akademisyenler MARCOS yöntemini çeşitli alanlarda başarıyla kullanmışlardır (Ecer vd., 2022, s.9).

Bu çalışmanın geri kalanı ise şu şekilde organize edilmiştir;

Birinci bölüm, tesis yeri seçimi problemine ve imalat sektöründe tesis yeri seçimi probleminin önemine kısa bir genel bakış sağlayacaktır. İkinci bölüm; literatür taraması, literatürde kullanılan araştırma yöntemleri ve değerlendirme kriterleri hakkında ayrıntılı bilgi sunmaktadır. Üçüncü bölümde ise kullanılan yöntemler detaylı bir şekilde açıklanacaktır. Dördüncü bölümde, gerçekleştirilen uygulama çalışması ifade edilmiştir. Son olarak, gelecekteki çalışmalar için sonuçlar ve öneriler 5. bölümde sunulmuştur.

1. TESİS YERİ SEÇİMİ

1.1. Tesis Yeri Kavramının Tanımı ve Özellikleri

Tesis, işlerin yapıldığı fiziksel yeri ifade etmektedir (Mucuk, 2018, s. 2). Herhangi bir işin yapılmasını kolaylaştıran bir varlık olarak da tanımlanmaktadır. Bu bir iş merkezi, bir üretim tesisi, bir makine atölyesi, bir departman, bir depo vb. olabilmektedir (Drira vd., 2007, s. 255-256). Tesis yeri ise firmanın ana faaliyetlerini yürüttüğü coğrafi yerdir (Demirdöğen ve Küçük, 2018, s. 100). Endüstri firmaları için tesis yeri; tedarik, üretim, depolama ve dağıtım gibi fonksiyonları ve bunlara bağlı ekonomik amaçlarını gerçekleştirebilecekleri en uygun yer olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik amaçlı firmalar için tesis yeri ise en düşük maliyetle en yüksek karlılığın sağlanması için faaliyetlerini gerçekleştirebileceği en uygun yer olarak tanımlamıştır (Güneş, 2019, s. 71).

Tesis yerinin özellikleri (Demirdöğen ve Küçük, 2018, s. 101-102);

- Pazar ve hammadde uzaklığı optimizasyonuna sahip olması,
- Girdi maliyetlerinin azaltılması,
- Alternatif enerji kaynaklarının olması,
- Ulaşım alternatiflerinin çok çeşitli olması ve
- Teşvik unsurlarını içermesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tesis yeri özelliklerinin, üretimin gerektirdiği nicel ve nitel özellikleri yerine getirmesi gerekmektedir. Bunlara; arazinin direnci, jeolojik özellikleri, genişliği, enerji ve ulaşım şebekelerine yakınlığı örnek gösterilebilir (Müftüoğlu, 2013, s. 420). Ayrıca uygun iklim koşulları sağlaması ve altyapı tesislerinin yeterli derecede mevcut olması da oldukça önemlidir.

1.2. Tesis Yeri Seçimi Problemi Kavramının Tanımı, Kapsamı ve Önemi

Tesis yeri seçimi problemi, literatürde yıllar boyunca birçok farklı yöntemle kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Laporte vd., 2019, s. 1). Tesis yeri seçimi, bir tesis yerleşiminin seçimiyle ilgili temel sorunları bütünleştiren bir problemdir (Tohyama vd., 2011, s. 47). Literatürde bu problemin ele alınmasına, 1963 yılında Cooper

öncülük etmiştir. Uygulama alanındaki önemi nedeniyle tesis yeri seçimi problemi, yarım yüzyıldır popüler bir araştırma konusu olmuştur (Kodali ve Routroy, 2006, s. 91). Problem daha çok, kar veya gelirlerin maksimizasyonu yerine toplam maliyetlerin minimizasyonu açısından çözümlenmeye çalışılmıştır (Mucuk, 2018, s. 114-115).

Tesis yeri seçimi problemi dar anlamda, bir firmanın operasyonları için bir coğrafi alanın belirlenmesidir (Gao vd., 2010, s. 252). Geniş anlamda ise ulaşım maliyeti ve müşterilere olan uzaklık gibi hedeflerin en aza indirildiği bir dizi yeni tesisin uygun şekilde seçilmesiyle ilgilidir (Huang ve Di, 2015, s. 2569). Tesis yeri seçimi; tekrarlanmayan, fonksiyonlar arası bir karar verme problemidir (Kumar ve Kumanan, 2011, s. 30). Aynı zamanda firmanın operasyonları için bir coğrafi alanın belirlenmesidir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008, s. 783). Tesis yeri seçimi problemi, alternatif yerler arasından en uygun olanının seçilmesi olarak da tanımlanmaktadır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 77).

Tesis yeri seçimi problemi; birçok operasyonel, stratejik ve lojistik karara dayanmaktadır (Lin vd., 2014, s. 484). Aynı zamanda tesis yeri seçimi problemi; tanımlama, analiz, değerlendirme ve alternatifler arasından seçim yapmayı da kapsamaktadır (Yang ve Lee, 1997, 241). Tesis yeri seçimi problemi; üretim kapasitelerindeki değişiklikler, ürün hatlarının eklenmesi veya silinmesi veya pazar taleplerindeki değişiklikler nedeniyle yeni üretim tesisinin kurulması veya mevcut tesisteki değişiklikler sırasında ortaya çıkmaktadır (Kumar vd., 2010, s. 21-22). Uygun bir tesis yeri seçimi, sabit ve kalıcı olma özelliğine sahiptir. Firma için iyi bir tesis yeri seçmek, uzun süredir girişimciler tarafından başarılı bir iş için koşullardan biri olarak kabul edilmektedir (Mei-Yu, 2013, s. 234).

Tesis yeri seçimi problemi öneminin, dar boyutlarda düşünülmesi bir hata olarak görülmektedir (Demirdöğen ve Küçük, 2018, s. 100). Tesis yeri seçimi problemi, firmaların uzun vadeli stratejik kararlarından biridir ve pazar rekabetinde firmaların mükemmelliği üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Bu nedenle tesis yeri seçimi problemi, çoklu kriterlerin karşılanmasını gerektiren kritik ve karmaşık bir stratejik karardır (Karande ve Chatterjee, 2018, s. 1700).

Bir firmanın tesisini kurmak için bir yer seçerken, fayda ve karın maksimize edilmesi oldukça önemlidir (Biswas ve Pamucar, 2020, s. 1). Ayrıca bir üretim sisteminde

verimlilik için tesis yeri seçimi probleminin, uygun veya optimal çözümü de oldukça önemlidir (Altuntas ve Dereli, 2017, s. 1078). Tesislerin iyi bir şekilde yerleştirilmesi, operasyonların genel verimliliğine katkıda bulunmakta ve toplam firma giderlerini %50'ye kadar azaltabilmektedir (Zadeh vd., 2013, s. 1).

Seçilen bir yerde bir tesis inşa edildiğinde başka bir uygun yer bulmak; ek maliyet, zaman ve çaba gerektirir. Firmanın iş sürecini ve hareketlerini engellemenin yanı sıra kâr elde etme ve iş sürekliliğini sınırlandırma riski taşıyan bir tesis yeri seçimi, yanlış bir karardır. Bu nedenle bilinçli bir karar vermek için öncesinde doğru yeri araştırmak önemlidir (Djatna ve Putra, 2020, s. 15). Kötü bir tesis yeri seçimi; aşırı nakliye maliyetlerine, nitelikli iş gücü sıkıntısına, rekabet avantajının kaybolmasına, yetersiz hammadde tedarikine veya operasyonlara zarar verebilecek benzer koşullara neden olabilir (Gao vd., 2010, s. 252). Bu da firmaların, maliyet giderlerinin yüksekliği sebebiyle diğer firmalarla rekabet edemez duruma gelmesine neden olmaktadır (Mucuk, 2018, s. 114).

1.5. Tesis Yeri Seçimi Probleminin Süreci

Tesis yeri seçimi problemi kararı, firmanın maliyetleri ve gelirleri üzerinde etkilidir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008, s. 783). Tesis yeri seçimi probleminin amacı ise önceden belirlenmiş bir dizi seçim kriterini karşılayan optimum alternatifi bulmaktır (Mohajeri ve Amin, 2010, s. 107). Bu seçim süreci, tipik olarak dört ana aşamayı içermektedir. Birinci aşamada, yer alternatiflerini değerlendirmek için kullanılacak kriterlere karar verilir (Gao vd., 2010, s. 252). İkinci aşamada, en uygun yeri bulmak için alternatiflerin ayrıntılı bir incelemesi sunulur ve önemli olan kriterler belirlenir (Chang vd., 2008, s. 140). Üçüncü aşamada; kriterlerin, sayısal temele göre karşılaştırılması ve sayısal olmayan temele göre değerlendirilmesi gerekir (Güneş, 2019, s. 72). Dördüncü ve son aşamada ise alternatifler değerlendirilip, bir seçim yapılır (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008, s. 783).

Tesis yeri seçimi probleminin aşamaları, belirli bir sıra haline yürütülmeli ve aşamalar birbirine karıştırılmamalıdır. Belirtilen aşamalarda; alanında uzman kişiler ve kuruluşlardan yararlanılmalı, onlardan elde edilebilecek tüm sayısal ve sözel bilgi alınmaya çalışılmalıdır. Firmalar, tesis yeri seçimi için acele davranmamalı, çeşitli

kaynaklardan kesin ve tam bilgilere ulaşılmalı ve bu sayede karar verme sürecinin güvenilirliği arttırılmalıdır (Güneş, 2019, s. 71-72).

1.6. Tesis Yeri Seçimi Problemi Analizlerinin Niteliği ve Amacı

Tesis yeri seçimi problemini etkileyen kriterlerden herhangi birinin önemini yitirmesi veya bir başka kriterin önem kazanması, firmanın faaliyet gösterdiği pazarın genişlemesi, talebin artması ve kaynakların tükenmesi gibi başlıklar, tesis yeri seçimi problemi analizlerinin niteliğini oluşturmaktadır (Demirdöğen ve Küçük, 2018, s. 105).

Tesis yeri seçimi probleminde, birden fazla alternatif uygun yer olabilmektedir. Bir üretim sürecinde, iyi bir tesis yeri seçebilmek için alternatif yerleri de göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Ayrıca alternatif yerleri değerlendirmek ve azalan düzende sıralamak için sistematik ve bilimsel bir yöntem kullanılmalıdır (Altuntas ve Dereli, 2017).

Tesis yeri seçimi problemi analizlerinin amacı, seçilecek olan yerin etkileyeceği bütün maliyetlerin toplamını en aza indirmektir. Bu analizler; firmaların amaçlarına uygun türlü alternatifler arasından, en uygun yerin seçilmesine yönelik çalışmaları kapsamaktadır. Tesis yeri seçimi problemi analizlerinin bir diğer amacı ise firmaların yanlış yerde kurulmalarının önüne geçmektir (Demirdöğen ve Küçük, 2018, s. 106).

1.7. Tesis Yeri Seçimi Problemlerini Etkileyen Kriterler

Tesis yeri seçimi problemi, stratejik yönetim düzeyindeki en önemli kararlardan biridir (Shen ve Yu, 2009, s. 4709). Tesis yeri seçim problemi sürecinde, çeşitli kriterler göz önünde bulundurulmalıdır (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008, s. 783). Tesis yeri seçimi problemini etkileyen kriterler, belirli bir yerde yapılan üretim faaliyetine üstünlükler sağlayan her şey olarak ifade edilmektedir (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 79). Tesis yeri seçimi problemini etkileyen kriterler, objektif ve sübjektif olarak kategorize edilebilirler. Objektif kriterler, nicel değerlerle tanımlanır. Sübjektif kriterler ise nitelikseldir. Özetle tesis yeri seçiminin özü, niceliksel ve niteliksel kriterleri içeren bir ÇKKV problemidir (Kumar vd., 2010, s. 22). Tesis yeri seçimi problemini etkileyen kriterlerin çoğu, insan yargısıyla değerlendirilebilir. Bu nedenle tesis yeri

seçim problemi süreçleri, dilsel terimlerin doğasında bulunan belirsizliği içermektedir (Chou vd., 2008, s. 133).

Her bir tesis yeri seçimi, yapılacak iş ve tesis tipine bağlı olarak benzersizdir. Örneğin; üretim için fabrika kurmak isteyen bir imalat firması, yerleşim bölgesinden uzak bir yer seçebilir veya malzeme tedarikçilerine yakın olacak şekilde bir sanayi bölgesinde yer almayı tercih edebilir (Djatna ve Putra, 2020, s. 15).

Aşağıda tesis yeri seçimi problemini etkileyen kriterlerden bazıları açıklanmıştır.

1.7.1. Devlet Teşvikleri

Devlet organları her ülkede, firmaların tesis yeri seçimini doğrudan veya dolaylı bir şekilde etkilemektedir. Devletin bu noktadaki etkisi; teşvik, sınırlandırma veya yasaklama şeklinde görülmektedir. Devlet organları belirli yerlerde, firma kurulmasını engelleyebilir ve hatta kamu yararı için gerekli gördüğü takdirde tamamen yasaklayabilir (Mucuk, 2018, s. 118). Vergi ve harçları oluşturan yasal prosedürler ise ülkemizde tesis yeri seçimi problemini etkileyecek ölçüde ayrılık göstermemektedir. Fakat firmaları, geri kalmış bölgelere çekmek için devletin sağladığı teşvik tedbirlerinin de tesis yeri seçimi problemini etkileyebileceği göz ardı edilmemelidir (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 84). Altyapı tesisleri kurma, belediye vergi ve harçlarında kolaylıklar sağlama, gümrük indirimi veya muafiyeti, teşvik kredisi vb. imkanlar bunlara örnek gösterilebilir. En sık görülen teşvik tedbirinin ise sanayi bölgeleri ve sanayi siteleri kurmak olduğunu bilinmektedir.

1.7.2. Enerji

Su ve elektrik enerjisi kaynaklarının bulunduğu yerler, tesis yeri seçim problemini önemli ölçüde etkilemektedir. Enerji ihtiyacı çok olan firmalar, ucuz su ve elektrik enerjisinden yararlanabilecekleri akarsu dolaylarında kurulmaktadır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 82-83). Fakat günümüzde elektrik enerji kaynaklarının kolayca taşınabilmesi ve hatta ülkelerarası naklinin gerçekleşmesi, bu kriterin tesis yeri seçimi problemine bağlılığını azaltmıştır (Mucuk, 2018, s. 117).

1.7.3. Hammadde

Hammaddelerin hacmi ve ağırlığı mala göre daha fazla ise bu hammaddeleri işleyen firmaların, hammaddeye yakın tesis yeri seçmeleri beklenmektedir. Çabuk bozulan veya çürüyen hammaddeler ve yan mamulleri işleyen firmalarında, hammaddeye yakın yerde kurulmaları gerekmektedir. Maden ve ağır sanayi firmalarının da hammaddeye yakın yerlerde kurulmaları gerekir. Bunun asıl nedeni, ulaştırma sisteminin yetersizliği ve taşıma ücretlerinin yüksekliğinden kaynaklanmaktadır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 81). Günümüzde ise ulaştırma sisteminin gelişmesi ve sentetik hammaddelerin doğal hammaddelerin yerine koyulması, tesis yerinin hammaddeye bağlılığını azaltmış ve firmaların hammaddeye yakın yerde tesis yeri seçme fikrini gevşetebilmelerine olanak sağlamıştır (Mucuk, 2018, s. 117).

1.7.4. İklim

Sıcaklık, yağış, rutubet, rüzgar gibi unsurları içine alan iklim, tesis yeri seçimi problemine etki edebilmektedir (Çakıcı, 1968, s. 29). Ayrıca iş gücü, çalışma gücü veya verimliliği ve aynı zamanda firmanın ürettiği ürünleri de etkileyebileceği için tesis yeri seçimi probleminde önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. İklimin olumsuz etkilerinden korunmak için alınan tedbirler, firmalar için maliyetli olabilmektedir. Soğuk bölgelerde kurulan firmaların ısıtma masrafları buna örnek gösterilebilmektedir. Bu nedenle iklim koşullarının normal olduğu yerlerin tesis yeri olarak seçilmesinde fayda vardır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 83).

1.7.5. İş Gücü

Tesis yeri seçilirken, yeterli sayıda iş gücü olup olmadığı veya nitelik olarak uygun iş gücünün bulunup bulunmadığı göz önüne alınmalıdır. İş gücünün ihtiyaç duyulduğunda hazır olması beklenmektedir. Özellikle mevsimlik iş gücüne ihtiyaç duyan endüstrilerin, mevsimlik iş gücü arzının yüksek olduğu yerlere yakın kurulması oldukça önemlidir. Aynı zamanda ucuz iş gücü fırsatı yakalamanın da önemi oldukça büyüktür (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 82). Nitelikli iş gücünün, yüksek maliyetli olduğu bilinmektedir. Fakat bu iş gücünün verimliliğinin yüksek olması ile birim üretim maliyetini düşürmesi, firmalar için oldukça avantajlıdır. Cam eşya ve oyuncak endüstrisi, nitelikli iş gücüne ihtiyaç duyan bu firmalara örnek gösterilebilir (Mucuk, 2018, s. 118).

1.7.6. Pazar

Tesis yeri seçimi probleminde, firmayı pazara bağlayan ulaştırma sistemi ve taşıma maliyetleri oldukça önemlidir (Mucuk, 2018, s. 116). Ulaştırma sisteminin yetersizliği veya taşıma ücretlerinin yüksekliği söz konusu olduğunda, bitmiş olan ürünlerin satılacağı pazara yakın olması zorunlu hale gelmektedir. Bazı firmalar ise pazar bölümlemesi yapmaksızın, bir ülkenin her yerinde satılmak üzere mal veya hizmet üretebilmektedir. Böyle bir durumda, firmanın tesis yeri olarak dağıtımı yapabileceği en ekonomik alternatifi seçmesi gerekmektedir. Aksi takdirde çeşitli bölgelere depolar yerleştirmesi, müşteriler için oldukça avantajlı bir durum gibi gözükse de firmaya olan maliyeti oldukça fazla olacaktır. Büyük firmalarla hammadde, malzeme veya bitmiş ürünler sunan fabrika ve imalathanelerin de yine bu firmalara yakın kurulması gerekmektedir (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 81).

1.7.7. Sanayi Bölgelerine Yakınlık

Firmaların, kendilerinden bağımsız nedenlerle ortaya çıkan tasarrufları vardır. Bu noktada, sanayi bölgelerinin ve sanayi sitelerinin çeşitli imkanlar sağladığı bilinmektedir. Nitelikli iş gücü bulma kolaylığı, bakım-tamir ve yedek parça gibi imkanlar bu tasarruflara örnek gösterilebilir (Mucuk, 2018, s. 119). Uzak mesafelerden nitelikli iş gücü temin edilmesi; işçinin yerleştirilmesi için gerekli konut, sağlık, eğitim-öğretim tesisleri ile diğer sosyal-kültürel tesislerin bizzat firma tarafından karşılanıp karşılanmayacağı gibi hususlar, belirli bir lokasyonun tesis yeri olarak tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Müftüoğlu, 2013, s. 420).

1.7.8. Sosyal ve Kültürel Sebepler

Firmalardaki iş gücünün ve onların aile fertlerinin sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını karşılamaları gerektiğinden dolayı tesis yeri seçimi probleminde, bu tür kurumlara yakınlık göz önünde bulundurulmalıdır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 84).

1.7.9. Su

Firmaların suya, çeşitli nedenlerden dolayı ihtiyaç duydukları bilinmektedir. Bazı firmalar suyu, soğutma aracı olarak kullanmaktadır. Fakat yüksek basınçlı suya ihtiyaç duyan firmalarda mevcuttur. Su, demir-çelik sanayiinde soğutma aracı olarak kullanılmakta; kimya, gıda, dokuma fabrikalarında ise yüksek basınçlı suya ihtiyaç

duyulmaktadır (Mucuk, 2018, s. 117). Bu noktada, suyun miktarı kadar kalitesinin de önemi oldukça büyüktür. Suyu fazla kullanan endüstriler, gerekli olan suyu şehir su şebekesinden veya yer altı sularından kuyular açarak elde edebilmektedirler. Şehir su şebekesinden yararlanıldığı takdirde belirli bir ücret ödeneceğinden dolayı firmaların bu maliyeti göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Artezyen açılarak elde edilen suyun ise bazı kimyasal işlemler uygulanarak yararlı hale getirilmesi gerekebilmektedir. Bunun içinde bazı tesislerin kurulması gerekebilmektedir. Tesis yeri seçimi problemi, su kriteri göz önüne alındığında gerekli maliyet karşılaştırmalarının yapılmasının önemi büyüktür (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 83).

1.7.10. Ulaşım

Ulaştırma sistemi ve ulaşım maliyetleri, tesis yeri seçimi probleminde kriterlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Tesis yeri seçimi problemini ilk inceleyen yazarların, temelde bu kriteri ele aldıkları bilinmektedir. Limanlar, demir yolu ve karayolu yakınlarının pek çok firmaya tesis yeri olduğu bilinmektedir. Petrolün karadan pipe-line denilen borularla veya deniz yoluyla merkezi yerlere ve dağıtımının kolay yapılabileceği limanlara getirildiği ve sonrasında rafinerilerde işlenmesi bu duruma örnek gösterilebilir (Mucuk, 2018, s. 118). Bu kriteri tek başına ele almak zorunda kalan firmalarında mevcut olduğu görülmektedir. Örneğin; çabuk bozulan ürünlerin çok uzaklara taşınması beklenmemektedir. Fakat soğuk hava depolu taşıma araçları sayesinde bu sorun ortadan kalkmaktadır. Ulaştırma sisteminin gelişmesi, benzer tarzdaki firmaları pazar ve hammaddeye yakın kurulma gerekliliğinden kurtarmıştır (Soyşekerci ve Erturgut, 2011, s. 82).

Ulaşım maliyetleri ile ilgili iki temel ilke vardır. Bunlar; ulaşım ağı ve ulaşım ağırlığı ilkesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ulaşım ağı ilkesi, tedarik piyasasından satış piyasasına giden yolun mümkün olduğu kadar kısa olması gerektiğini savunmaktadır. Ulaşım ağırlığı ilkesi ise taşınacak olan mamul ve hammaddelerin ağırlıklarının, mümkün olduğu kadar az olması gerektiğini savunmaktadır (Çakıcı, 1968, s. 35).

1.8. İmalat Sektöründe Tesis Yeri Seçimi Probleminin Önemi

İmalat sektöründe tesis yeri seçimi problemi, kendine özgü özellikleri olan ve üzerinde bulundurduğu bütünleyici parçaları ile imalat sektörünün milli ekonomiye katkıda bulunabilmesini sağlayan bir arazi parçası olarak tanımlanabilir (Çakıcı, 1968, s. 19). Bu nedenle imalat sektöründeki firmaların tesis yeri seçimi hem girişimci hem de ülke ekonomisi açısından önem taşıyan bir konudur. Uygun seçilmeyen bir tesis yeri yalnızca girişimcinin karını kısıtlamakla kalmayacak, ulusal kaynakların israfına da sebebiyet vereceğinden dolayı ülke ekonomisini de olumsuz yönde etkileyecektir (Gürsel, 1972, s. 207).

Geçmişten günümüze imalat sektöründeki firmalarda, tesis yeri seçimi problemini konu alan birçok teorik çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların asıl amacının, üretim birimleri için karlarını en yüksek seviyeye çıkaracakları ya da maliyetlerini en düşük değere indirecekleri en uygun yerin seçilmesi olduğu bilinmektedir. İmalat sektöründeki firmaların genel olarak üç yaklaşıma odaklandıkları bilinmektedir. Bunlar (Alkay, 2017, s. 144):

1. En düşük maliyet yaklaşımı.
2. Pazar alanı analizi.
3. Kar maksimizasyonu.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde, tesis yeri seçimi problemi ile ilgili yapılan birçok farklı çalışma mevcuttur. Bu bölümde, konu ile ilgili yapılan çalışmalara ilişkin literatür özetlenmiştir.

Görener (2013) Türkiye'de beş farklı yer arasından, depolama faaliyetleri için uygun lojistik firmasının seçiminde; bulanık VIKOR yöntemini kullanmıştır. Çalışmadaki kriterler; depolama-raf sistemi, kapasite, malzeme taşıma sistemi, operasyonel yeterlilik, genel temizlik, hijyen, iş güvenliği, özel istekler, ürün esnekliği, ölçek esnekliği, finansal durum, gıda sektöründe tecrübe, gıda sektöründeki referanslar, konum, güvenilirlik, teknik yeterlilik, süreç kontrol uygulamaları, sipariş doğruluğu, ana maliyet ve ek maliyetlerdir.

Dağ ve Önder (2013) Türkiye'nin İstanbul şehrinde beş alternatif yer arasından, etiket üreticisi bir firmanın tesis yeri seçiminde; AHP ve Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmacı Çözüm (VIKOR) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadaki kriterler; hammadde temini, müşteriye yakınlık, havaalanına yakınlık, limana yakınlık, ulaşım maliyeti, nitelikli iş gücünün mevcudiyeti, iş gücü maliyeti, sanayi bölgelerine yakınlık, devlet teşvikleri ve yatırım maliyetidir.

Yaşlıoğlu ve Önder (2016) Türkiye'de dört alternatif yer arasından, plastik eşya üreticisi bir firmanın fabrika yeri seçiminde; AHP ve İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Tercihi Yöntemlerini (TOPSIS) kullanmışlardır. Ana kriterler; fiziksel tesisler, üretim için altyapı, lojistik tesisler, maliyet, stratejik tesisler ve üretim kriterlerine yakınlıktır. Alt kriterler ise kentsel alanlara yakınlık, endüstriyel drenaj sisteminin mevcudiyeti, toplu taşımaya yakınlık, olası site genişletme fırsatları, otoparkın mevcudiyeti, tıbbi bakımın mevcudiyeti, yangın müdahale ekipmanına yakınlık, enerji kaynaklarına yakınlık, su kaynaklarına yakınlık, yakıt kaynaklarına/istasyonlarına yakınlık, doğal gaz kaynaklarına yakınlık, tehlikeli madde taşıma potansiyeli, hammadde tedariklerine/kaynaklarına yakınlık, tesis çevresinde trafik yoğunluğu, üçüncü taraf depolara yakınlık, otoyola yakınlık, demir yoluna yakınlık, limanlara yakınlık, havaalanlarına yakınlık, malzeme depolama kolaylığı, toplam nakliye maliyetleri, hammadde maliyetleri, toplam site maliyeti (kira, altyapı hizmetleri vb.), ilk yatırım maliyeti, bakım maliyeti, çevre düzenlemeleri, müşterilere yakınlık, tedarikçilere yakınlık, serbest ticaret bölgelerine yakınlık, hedef pazara

yakınlık, rakiplere yakınlık, mevcut site geliştirmeye yakınlık, devlet yatırım desteği fırsatı, yan sanayiye yakınlık, küçük üreticilere yakınlık, organize sanayiye yakınlık, niteliksiz iş gücüne yakınlık ve nitelikli iş gücüne yakınlıktır.

Hanine vd., (2016) Fas'ın Kazablanka şehrinde dört alternatif yer arasından, depolama alanı yer seçiminde; bulanık İnteraktif Çok Kriterli Karar Verme-Etkileşimli Çok Kriterli Karar Verme (TODIM) ve bulanık AHP yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan kriterler; arazi maliyeti, mevcut ulaşım, yerleşim alanlarına uzaklık, tarihi alanlara uzaklık, yeraltı suyunun kalitesi, toprak tipi, altyapı maliyeti ve kuyulara olan uzaklıktır. Cedolin vd., (2017) Türkiye'de dört alternatif yer arasından, bir imalat firmasının plastik enjeksiyon fabrikası yer seçiminde; bulanık veri zarflama analizi ve bulanık hedef programlama yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadaki kriterler; ulaşım masrafları, hammadde tedariklerine/kaynaklarına yakınlık, enerji ve su kaynakları, iş gücü ve arazi maliyetidir.

Sennaroglu ve Celebi (2018) Türkiye'de dört alternatif yer arasından, bir askeri havaalanı yer seçiminde; AHP, Değerlendirmelerin Zenginleştirilmesi için Tercih Sıralama Organizasyon Yöntemi (PROMETHEE) ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerinin sonuçları; Karmaşık Nispi Değerlendirme (COPRAS), Çok Ölçütlü İdeal-Gerçek Karşılaştırma Analizi (MAIRCA) ve Çok Ölçütlü Sınır Yaklaşım Alanı Kıyaslaması (MABAC) yöntemlerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Ana kriterler; askeri kriterler, genişleme potansiyeli, maliyet, çevresel ve sosyal etkiler, iklim koşulları, altyapı tesisi, arazi, coğrafi özellikler ve ihtiyaçlardır. Alt kriterler ise bölgedeki askeri ihtiyaç düzeyi, askeri birimlere uzaklık, askeri birliklere ulaşım, askeri güvenlik riski, en yakın askeri hava limanı, gelecek talebin beklentileri, kapasite arttırma seviyesi, arazi genişleme potansiyeli, arazi masrafı, yapım maliyeti, doğal çevre ve flora üzerine etkileri, atıkların çevresel etkileri, bölge sosyal yaşamına etkileri, bölge ekonomisine etkileri, yerleşiklerin karşılaşabileceği potansiyel risk, sakinlerin tesise karşı olumlu tutumları, don, sis, fırtına ve sel riski, uygun ortalama yıllık sıcaklık, basınç ve nem miktarı, rüzgar hızı, kanalizasyon sistemi, iletişim ağı durumu, enerji şebekesi durumu, ulaşım ağlarına yakınlık, arazi boyutu, arazi çevresindeki mevcut durum ve planlama durumu, karayolu, havaalanı, liman ve demir yolu bağlantı mesafesi, arazi topografyası, uygun jeolojik ve tektonik yapı, şehir merkezi ve yerleşim alanları ile bağlantı, trafik

yoğunluğu, şehir merkezine ve yerleşim yerlerine ulaşım, operasyonel ihtiyaçların karşılanması durumu ve destek ihtiyaçlarının karşılanma durumudur.

Aytekin (2018) Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde beş alternatif yer arasından, bir kereste fabrikasının yer seçiminde; ikili ölçekleme ve AHP yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmadaki kriterler; hammadde, iş gücü, pazar, enerji ve yakıt, çalışanlar için sosyal olanaklar, su, vergi, inşaat maliyeti, ulaşım ve güvenliktir. Wang vd., (2018) Vietnam'da yedi alternatif yer arasından, rüzgâr santrali yer seçiminde; bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; çevresel, ekonomik, sosyal ve teknolojiktir. Alt kriterler ise ikamet edenlerin yaşam kalitelerine etkisi, ekolojik çevre üzerindeki etki, arazi kullanımı, inşaat maliyeti, işletme ve bakım maliyeti, potansiyel talep, düzenlemeler ve destek politikaları, yasal mevzuata uygunluk, koruma yasası, şehir/kentsel alandan uzaklık, rüzgâr enerjisi potansiyeli ve ana yol ağından uzaklıktır.

Rahman vd., (2018) Bangladeş'te beş alternatif yer arasından, bir plastik imalat firması için tesis yeri seçiminde; AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmadaki kriterler; insan kaynağı, ulaşım imkanları, arsa maliyeti, su, inşaat maliyeti, nitelikli işçi durumu, müşteriye yakınlık, topluluk tutumu, iletişim ve diğer olanaklardır (çocuk eğitim tesisleri, hükümet politikası, iklim durumu, işçi sağlığı vb.).

Yeşilkaya (2018) Türkiye'de beş alternatif yer arasından, kağıt fabrikası yer seçiminde; AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmıştır. Ana kriterler; pazar, iş gücü, hammadde, ulaşım, teşvikler, atıklar ve su kaynağı, enerji ve arazidir. Alt kriterler ise talep, pazarların yakınlığı, satış fiyatları, fabrika kurulumu, iş gücü düzeyi, iş gücü ücretleri, tersine lojistik, yan sanayi, atık kağıt ve diğer kimyasal hammadde veya yarı mamul maliyetleri, ulaşım hizmetleri, geçiş yoğunluğu, teşvikler, yasal düzenlemeler, kimyasal atıklar, su kaynakları, kullanılabilir enerji ve yakıt kaynaklarının çeşitliliği ve potansiyeli, enerji ve yakıt maliyetleri, iklim, jeolojik durum ve arazi maliyetleri ve arazide fabrika kuruluşu için gerekli düzenleme maliyetleridir.

Yücenur vd., (2020) Türkiye'de üç alternatif yer arasından, mevcut biyogaz üretim tesislerine alternatif olacak yeni bir biyogaz üretim tesisi yer seçiminde; SWARA ve COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadaki kriterler; şehir merkezine

uzaklık, arazinin verimliliği, karlılık, işçilik maliyeti, ulaşım masrafları, yatırım maliyeti, korozyon, deprem riski, terör riski, hammadde seçimi, hammadde tedariklerine/kaynaklarına yakınlık ve hammadde maliyetidir.

Karagoz vd., (2020) Türkiye'nin İstanbul şehrinde dört alternatif yer arasından, ömrünü tamamlamış araçlar için yetkili bir söküm merkezi yer seçiminde; sezgisel bulanık CODAS, Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi (WASPAS) ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; teknik, coğrafi, finansal, çevresel ve sosyaldir. Alt kriterler ise arazi kullanılabilirliği, mevcut nitelikli işçiler, lojistik kolaylık, trafik sıkışıklığı, envanter depolama kapasitesi, tehlikeli maddeler için tank kapasitesi, bir balya makinesinin mevcudiyeti, esneklik, kaynak erişilebilirliği, yılda çekilen ortalama araç sayısı, araç filosu nüfusu, araç sahiplerinin mali durumu, motorizasyon oranı, ömrünü tamamlamış araç sahiplerine olan mesafe, toplama merkezlerine uzaklık, parçalama merkezlerine uzaklık, geri dönüşüm merkezlerine uzaklık, depolama alanlarına uzaklık, uzmanlaşmış geri dönüştürme tesislerine uzaklık, ikincil piyasalara uzaklık, toplam yatırım maliyeti, iş gücü maliyeti, enerji maliyeti, faydalar, rekabet, ömrünü tamamlamış araçların politikası, söküm merkezindeki çalışanlar için teşvikler, ömrünü tamamlamış araç sahipleri için teşvik/indirim planı, hava emisyonu, gürültü kirliliği, estetik rahatsız edici komşuluk, halk sağlığı üzerindeki etkisi, arazinin karakteristik elverişliliği, ömrünü tamamlamış araçlar için Türk yönergelerine uyarlanabilirlik, yerel toplulukların etkisi, halkın bilinç düzeyi, etkilenen nüfusun oranı ve iş fırsatlarıdır.

Kaul vd., (2020) Hindistan'da altı alternatif yer arasından, Hintli bir imalat firması için yaşam kalitesi kriterini göz önünde bulundurarak tesis yer seçiminde; bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadaki kriterler; sağlık ve güvenlik, toplum hayatı, coğrafya ve iklim, iş güvenliği, altyapı ve ulaşım ve cinsiyet eşitliğidir. Seker ve Aydin (2020) Türkiye'de dört alternatif yer arasından, hidrojen enerjisi üretim tesisi yer seçiminde; Entropi ve TOPSIS yöntemlerini, belirsiz bilgileri daha iyi ele almak için aralık değerli Pisagor bulanık ortamı altında entegre etmişler ve uygulamışlardır. Ana kriterler; ekonomik, sosyo-ekonomik, teknik ve çevreseldir. Alt kriterler ise yatırım maliyeti, kaynak potansiyeli, işletme maliyeti, politika ve yasal destek, toplumsal kabul, topluluk yararı, coğrafya ve iklim, kaynak dağıtımı, kaynak kalitesi, çevre üzerindeki etki, iş güvenliği ve insan sağlığının korunmasıdır.

Karaşan vd., (2020) Türkiye'nin İstanbul şehrinde dokuz alternatif yer arasından, elektrikli araç şarj istasyonu yer seçiminde; Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL), AHP ve TOPSIS yöntemlerinden oluşan bütünleşik bir sezgisel ÇKKV yaklaşımı kullanmışlardır. Ana kriterler; maliyet, coğrafya ve altyapı, güvenilirlik ve emniyet ve toplumdur. Alt kriterler ise arazi maliyetleri, sabit giderler, inşaat maliyetleri, işletme maliyeti, ulaşım maliyetleri, yatırım maliyetleri geri dönüş süresi, istasyon geliştirme maliyeti, trafik akışı, iletişim, tesis ulaşılabilirliği, karayolu ağı, yapı durumu, arazi kullanımı, güç sistemi güvenliği, trafik kolaylığı, trafik koşullarının boyutu, tesis şartlarının boyutu, sürücülerin rahatlığının sağlanması, hizmet yarıçapı, müşteri tercihleri ve insan hayatı üzerindeki etkisidir.

Türk ve Özkök (2020) Türkiye'de beş alternatif yer arasından, tersane yeri seçiminde; bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; iş gücü, çevre, bölge özellikleri, sosyo-kültürel yapı ve finans ve vergidir. Alt kriterler ise iş gücü düzeyi, iş gücü maliyeti, iş gücü arzı, beyaz yakalı personelin mevcudiyeti, toplu taşıma, iklim, nüfus yapısı, uygun jeolojik ve tektonik yapı, enerji kaynaklarının yeterliliği, bölgenin ekonomik durumu, tedarikçilere yakınlık, sanayi bölgelerine yakınlık, diğer tersane bölgelerine yakınlık, altyapı ve inşaat birim maliyeti, gelir düzeyi, işsizlik oranı, geçim maliyeti, farklı kültürlü popülasyonların kabul edilebilirliği, mali teşvik, vergi teşviki, finans ve kredi imkanları ve bankacılık hizmetlerinin kullanılabilirliğidir.

Karagöz vd., (2021) Türkiye'nin İstanbul şehrinde dört alternatif yer arasından, ömrünü tamamlamış araçlar için geri dönüşüm tesisi yer seçiminde; aralıklı tip-2 bulanık Katkı Oranı Değerlendirmesi (ARAS) yöntemini kullanmışlardır. Ana kriterler; teknik, finansal, coğrafi, çevresel ve sosyo-ekonomiktir. Alt kriterler ise işlevsellik, yerel koşullara uyum, esneklik, toplam yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyeti, lojistik kolaylık, trafik sıkışıklığı, tedarikçilere yakınlık, hava emisyonları, gürültü kirliliği, estetik açıdan rahatsız edici komşuluk, arazinin karakteristik elverişliliği, toplumsal kabul, iş fırsatları ve ömrünü tamamlamış araç politikasıdır.

Simic vd., (2021) Sırbistan'da altı alternatif yer arasından, araç parçalama tesisi yer seçiminde; bulanık kümelerden yararlanmış ve yeni bir bulanık CODAS yöntemi geliştirmişlerdir. Önerilen bu yöntemin doğruluğu; bulanık kümeler tabanlı TOPSIS,

Ortalama Çözümden Uzaklığa Dayalı Değerlendirme (EDAS), TODIM, VIKOR, MABAC, çapraz entropi, projeksiyon, gri ilişkisel iz düşüm ve gri ilişkisel analiz yöntemlerinin sonuçlarıyla karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Ana kriterler; ekonomik, çevresel, sosyal ve tekniktir. Alt kriterler ise elde etme maliyeti, faydalar, rekabet, bakım maliyeti, işletme maliyeti, satış ağı, toplam yatırım maliyeti, hurda araç yönetmeliğine uyarlanabilirlik, estetik rahatsızlık, hava emisyonu, halk sağlığı üzerindeki etkisi, gürültü kirliliği, eğitim ve öğretim, iş fırsatları, yerel toplulukların etkisi, halkın bilinç düzeyi, işçi sağlığı ve güvenliği, bir balya makinesinin mevcudiyeti, envanter depolama kapasitesi, lojistik kolaylık, kaynak erişilebilirliği, trafik sıkışıklığı ve iş gücü mevcudiyetidir.

Kieu vd., (2021) Vietnam'ın Mekong Deltası Bölgesi'nde beş alternatif yer arasından, dağıtım merkezi yer seçiminde; küresel bulanık AHP ve Karma Uzlaşmacı Çözüm (CoCoSo) algoritmasına dayalı hibrit bir ÇKKV yöntemi kullanmışlardır. Ana kriterler; maliyet, mevcut altyapı, hizmet seviyesi ve sürdürülebilirlik kriterleridir. Alt kriterler ise arsa maliyeti, lojistik maliyet, havaalanına yakınlık, otoyola yakınlık, demir yoluna yakınlık, ulaşım süresi, piyasalara uzaklık, üreticilere uzaklık, orman alanına uzaklık, yüzey suyuna uzaklık ve etik kriterlerdir.

Durak vd., (2021) Türkiye'nin İstanbul şehrinde altı alternatif yer arasından, en uygun Teknopark tesisi yer seçiminde; AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadaki kriterler; teknoparkın ilgili sektöre uygunluğu, altyapı tesisleri, iş birliği ve iş birliği fırsatları, rekabet avantajı hizmetleri, ulaşım ağlarına yakınlık ve teknoparkta bulunma maliyetidir. Tripathi vd., (2021) Hindistan'ın Prayagraj şehrinde yedi alternatif yer arasından, yeni bir hastane yeri seçiminde; Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı AHP ve bulanık AHP yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; sosyo-ekonomik, coğrafi ve çevreseldir. Alt kriterler ise nüfus yoğunluğu, gecekonduya yakınlık, arazi maliyeti, ana yola yakınlık, diğer hastaneye uzaklık, demir yoluna yakınlık, genişleme imkânı, eğim, hava kirliliği, yeşil alan ve sağlığa zararlı sanayidir.

Suman vd., (2021) Bangladeş'te beş alternatif yer arasından, mobilya endüstrisi tesis yeri seçiminde; AHP ve bulanık AHP yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadaki

kriterler; hammaddelerin mevcudiyeti, ulaşım, nitelikli iş gücü, müşterilere yakınlık, enerji kullanılabilirliği, ekonomik bölge alanı ve çevresel etkidir.

Kannan vd., (2021) İran'da on dört alternatif yer arasından, güneş enerjisi siteleri yer seçiminde; BWM, gri ilişkisel analiz ve VIKOR yöntemleri kullanmışlardır. Ayrıca gri ilişkisel analiz ve VIKOR'un duyarlılığını analiz etmek için Monte Carlo simülasyon tabanlı bir yaklaşım uygulamışlardır. Ana kriterler; ekonomik, teknik, çevre, sosyal ve risktir. Alt kriterler ise kurulum maliyeti, bakım maliyeti, ilk yatırım maliyeti, trafo merkezine uzaklık, arazi kullanılabilirliği, güneş radyasyonu yoğunluğu, rüzgâr şiddeti, korunan alanlar, ekosistem yıkımı, su toplama havzalarına uzaklık, iş yaratma, toplumsal kabul, tarım alanlarına uzaklık, ekonomik risk, zaman gecikmesi riski ve yatırım riskidir.

Deveci vd., (2021) Türkiye'de altı alternatif yer arasından, lityum iyon pili yeniden üretim tesisi yer seçiminde; tip-2 nötrosofik sayılar, BWM ve CODAS yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; ekonomik, çevre, sosyal ve tekniktir. Alt kriterler ise lityum iyon pili toplama merkezlerine uzaklık, ikincil pazara uzaklık, orijinal ekipman üreticilerine uzaklık, geri dönüşüm merkezlerine uzaklık, finansal kazanç, yatırım maliyeti, operasyonel maliyetler, devlet desteği, hava kirliliği, çevre bilinci, çevre rahatsızlığı, mevzuat, estetik rahatsızlık, sağlık ve güvenlik, nitelikli iş gücü, satış sonrası hizmet, bilgi sistemi, altyapı geliştirme, yeniden üretim tedarik zinciri ve kaynak erişilebilirliğidir.

Nong (2022) Vietnam'ın Dong Nai şehrinde dört alternatif yer arasından, dağıtım merkezi yer seçiminde; Analitik Ağ Süreci (ANP) ve TOPSIS aracılığıyla entegre bir ÇKKV yöntemi kullanmıştır. Ana kriterler; konum, maliyet, hizmet, altyapı ve insan kaynakları kullanılabilirliğidir. Alt kriterler ise tedarikçilere uzaklık, pazara uzaklık, havaalanına uzaklık, karayoluna uzaklık, demir yoluna uzaklık, arazi maliyeti, kurulum maliyeti, lojistik maliyet, işçilik maliyeti, depolama kolaylığı, nakliye hizmetleri, değerlendirilen alanın boyutu, ulaştırma hizmetlerinin çeşitliliği ve insan kaynakları kullanılabilirliğidir.

Feng vd., (2021) Çin'de altı alternatif yer arasından, geri dönüştürülebilir atık taşıma aracı park merkezlerinin yer seçiminde; DEMATEL, entropi ağırlık ve WASPAS aracılığıyla entegre bir ÇKKV yöntemi kullanmışlardır. Ana kriterler; çevre,

ekonomik, sosyal ve tekniktir. Alt kriterler ise toplum sağlığı üzerindeki etkisi, çevre üzerindeki etkisi, çevre kirliliği, işletme maliyeti, birim taşıma maliyeti, hizmet kapasitesi, halkın memnuniyeti, devlet desteği, planlama ile koordinasyon, hizmet kolaylığı, karşılıklı mesafe ve ölçeklenebilirliktir.

Asori vd., (2022) Afrika'nın Ashanti Bölgesi'nde on bir alternatif yer arasından, depolama alanları için en uygun tesis yeri seçiminde; CBS tabanlı Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon (WLC) ve AHP yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; hidrojeolojik, fiziksel-çevresel, sosyo-kültürel, iklim ve ekonomik-tekniktir. Alt kriterler ise çizgisel yoğunluk, eğim, toprak yapısı, akifer yapısı, hidrolik iletkenlik, ormana uzaklık, suya uzaklık, arazi kullanımı, köylere uzaklık, şehir merkezlerine uzaklık, okullara uzaklık, turistik yerlere uzaklık, yıllık yağış, rüzgâr hızı, besleme yollarına uzaklık, otoyollara uzaklık ve eğimdir.

Xuan vd., (2022) Özbekistan'da on üç alternatif yer arasından, güneş enerjili hidrojen üretimi için en uygun tesis yer seçiminde; SWARA, WASPAS, COPRAS, EDAS ve Ağırlıklı Toplam Yöntemi (WSM) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmadaki kriterler; ortalama rüzgâr hızı, ortalama hava sıcaklığı, ortalama yağış miktarı, ortalama nem, güneş saatleri, nüfus, bölgenin yüzölçümü, üniversite sayısı, güneş radyasyonu ve rafineri sayısıdır.

Effatpanah vd., (2022) Çin'in Jiangsu şehrinde dört alternatif yer arasından, belirli bir alan için en uygun temiz enerji tesisi çözümünün değerlendirilmesi ve seçilmesinde; Ağırlıklı Toplam Model (SAW), TOPSIS, Gerçeği İfade Edecek Eleme ve Seçim (ELECTRE), VIKOR ve COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; teknik, ekonomik, çevre ve sosyal-politikadır. Alt kriterler ise teknoloji hızının düzeyi, emniyet, verim, yaşam, yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyetleri, tarife garantisi, karbon dioksit emisyonu, arazi kullanımı, su tüketimi, iş yaratma ve iki bin elli kurulu güç projeksiyonudur.

Torkayesh ve Simic (2022) Türkiye'nin İstanbul şehrinde altı alternatif yer arasından, sağlık merkezlerinin plastik atıklarının geri dönüşüm tesisi yer seçiminde; hiyerarşik tabakalı BWM, CoCoSo ve WASPAS yöntemlerini kullanmışlardır. Ana kriterler; teknik, ekonomik, çevre ve sosyaldir. Alt kriterler ise esneklik ve gelecekteki genişleme, arazi gereksinimi, satış sonrası servis, nakliye maliyeti, ikincil piyasalara

uzaklık, trafik sıkışıklığı, yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyetleri, mali destek, arazi bozulması, karbon ayak izi, gürültü kirliliği, politika uyumluluğu, toplumsal kabul, iş oluşumu ve etkilenen popülasyondur.

2.1. Literatürde Kullanılan Araştırma Yöntemleri

Tablo 1'de; tesis yeri seçimi problemi ile ilgili, 2008-2022 yılları arasında literatürde bulunan makalelere ait araştırma yöntemlerine yer verilmiştir.

Tablo 1 Tesis Yeri Seçimi Probleminde Kullanılan Araştırma Yöntemleri

Sıra	Yazar	Ülke	Kullanılan Yöntemler	Araştırma Konusu
1	Görener (2013)	Türkiye	Bulanık VIKOR	Depo Operatörü Lojistik Firmasının Seçimi
2	Dağ ve Önder (2013)	Türkiye	AHP-VIKOR	Etiket üreticisi bir firmanın tesis yer seçimi
3	Yaşlıoğlu ve Önder (2016)	Türkiye	AHP-TOPSIS	Plastik eşya üreticisi bir firmanın fabrika yer seçimi
4	Hanine vd., (2016)	Fas	Bulanık TODIM-Bulanık AHP	Depolama alanı yer seçimi
5	Cedolin vd., (2017)	Türkiye	Bulanık Veri Zarflama ve Bulanık Hedef Programlama	Plastik enjeksiyon fabrikası yer seçimi
6	Sennaroglu ve Celebi (2018)	Türkiye	AHP-PROMETHEE-VIKOR-COPRAS-MAIRCA-MABAC	Askeri havaalanı yer seçimi
7	Aytekin (2018)	Türkiye	İkili Ölçekleme-AHP	Kereste fabrikası yer seçimi
8	Wang vd., (2018)	Vietnam	Bulanık AHP-TOPSIS	Rüzgar santrali yer seçimi
9	Rahman vd., (2018)	Bangladeş	AHP	Plastik imalat firmasının tesis yer seçimi
10	Yeşilkaya (2018)	Türkiye	AHP-TOPSIS-PROMETHEE	Kağıt fabrikası yer seçimi
11	Yücenur vd., (2020)	Türkiye	SWARA-COPRAS	Biyogaz üretim tesisi yer seçimi
12	Karagoz vd., (2020)	Türkiye	Sezgisel Bulanık CODAS-WASPAS-TOPSIS	Ömrünü tamamlamış araçlar için söküm merkezi yer seçimi
13	Kaul vd., (2020)	Hindistan	Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS	İmalat firmasının tesis yer seçimi
14	Seker ve Aydin (2020)	Türkiye	Aralık Değerli Pisagor Bulanık Entropi ve TOPSIS	Hidrojen enerjisi üretim tesisi yer seçimi
15	Karaşan vd., (2020)	Türkiye	DEMATEL, AHP ve TOPSIS Bütünleşik Sezgisel ÇKKV	Elektrikli araç şarj istasyonu yer seçimi

16	Türk ve Özkök (2020)	Türkiye	Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS	Tersane yeri seçimi
17	Karagöz vd., (2021)	Türkiye	Aralıklı Tip-2 Bulanık ARAS	Ömrünü tamamlamış araçlar için geri dönüşüm tesisi yer seçimi
18	Simic vd., (2021)	Sırbistan	Resim Bulanık Küme Tabanlı CODAS	Araç parçalama tesisi yer seçimi
19	Kieu vd., (2021)	Vietnam	Küresel Bulanık AHP ve CoCoSo	Dağıtım merkezi yer seçimi
20	Durak vd., (2021)	Türkiye	AHP-TOPSIS	Teknopark tesisi yer seçimi
21	Tripathi vd., (2021)	Hindistan	CBS Tabanlı AHP ve Bulanık AHP	Hastane yeri seçimi
22	Suman vd., (2021)	Bangladeş	AHP-Bulanık AHP	Mobilya endüstrisi tesis yer seçimi
23	Kannan vd., (2021)	İran	BWM-Gri İlişkisel Analiz-VIKOR-Monte Carlo Simülasyonu	Güneş enerjisi siteleri yer seçimi
24	Deveci vd., (2021)	Türkiye	Tip-2 Nötrosofik-BWM-CODAS	Lityum iyon pili yeniden üretim tesisi yer seçimi
25	Feng vd., (2021)	Çin	DEMATEL-Entropi-WASPAS	Geri dönüştürülebilir atık taşıma aracı park merkezleri yer seçimi
26	Asori vd., (2022)	Afrika	CBS Tabanlı WLC ve AHP	Depolama alanları yer seçimi
27	Xuan vd., (2022)	Özbekistan	SWARA-WASPAS-COPRAS-EDAS-WSM	Güneş enerjili hidrojen üretimi tesis yer seçimi
28	Effatpanah vd., (2022)	Çin	SAW-TOPSIS-ELECTRE-VIKOR-COPRAS	Temiz enerji tesisi yer seçimi
29	Nong (2022)	Vietnam	ANP-TOPSIS	Dağıtım merkezi yer seçimi
30	Torkayesh ve Simic (2022)	Türkiye	Hiyerarşik Tabakalı BWM-CoCoSo-WASPAS	Sağlık merkezlerinin plastik atıklarının geri dönüşüm tesisi yer seçimi

2.2. Literatürde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri

Literatürde yer alan tesis yeri seçimi problemi ile ilgili değerlendirme kriterleri, Tablo 2'de yer almaktadır. Değerlendirme kriterleri; coğrafi (C_1), çevre (C_2), ekonomik (C_3), sosyal (C_4) ve teknik (C_5) ana kriter kümelerinde toplanmıştır (Karagoz vd., 2020; Deveci vd., 2021; Torkayesh ve Simic, 2022).

Tablo 2 Tesis Yeri Seçimi Probleminde Kullanılan Değerlendirme Kriterleri

Kriter		Kısa Tanımı	Destekleyici Literatür
C_1-Coğrafi			
C_{11}	Enerji kaynaklarına yakınlık	Tesisin elektrik gücü ihtiyacını karşılayabilecek altyapının kurulu olup olmamasını ifade etmektedir.	Yaşlıoğlu ve Önder (2016)
C_{12}	Hammadde tedariklerine yakınlık	Alternatif lokasyonun hammadde tedariklerine yakınlığını ifade etmektedir.	Yaşlıoğlu ve Önder (2016); Cedolin vd., (2017); Yücenur vd., (2020)
C_{13}	İklim	Alternatif lokasyonun üretime etki edecek mevsimsel durumunu ve değişimini ifade etmektedir.	Yeşilkaya (2018); Kaul vd., (2020); Seker ve Aydin (2020); Türk ve Özkök (2020)
C_{14}	Müşterilere yakınlık	Alternatif lokasyonun şehirleşme ve sanayileşmenin fazla olduğu il ve bölgelere olan yakınlığını ifade etmektedir.	Yaşlıoğlu ve Önder (2016); Suman vd., (2021)
C_{15}	Sanayi bölgelerine yakınlık	Fabrikanın kurulacağı alternatif lokasyonlardaki yan sanayi, malzeme, alet ve teçhizat imkanlarına olan erişimini ifade etmektedir.	Dağ ve Önder (2013); Türk ve Özkök (2020)
C_{16}	Ulaşım ağlarına yakınlık	Hammadde ve malzemelerin taşınması için gerekli olan çeşitli ulaşım ağlarına (hava yolu, deniz yolu, kara yolu ve demir yolu ulaşımı) yakınlığı kapsamaktadır.	Sennaroglu ve Celebi (2018); Durak vd., (2021)
C_2-Çevre			
C_{21}	Gürültü kirliliği	Fabrikanın kurulacağı alternatif lokasyondaki gürültü kirliliğini ifade etmektedir.	Karagoz vd., (2020); Karagöz vd., (2021); Simic vd., (2021); Torkayesh ve Simic (2022)
C_{22}	Hava kirliliği	Fabrikanın kurulacağı alternatif lokasyonda ağır metallerin salınımını ve zararlı dioksinlerin halk sağlığı üzerindeki etkisini ifade etmektedir.	Durak vd., (2021); Deveci vd., (2021)
C_{23}	Karbon ayak izi	Alternatif lokasyonda kurulacak olan fabrikanın insan faaliyetleri sonucu atmosfere saldığı sera gazlarının karbondioksit cinsinden karşılığını ifade etmektedir.	Torkayesh ve Simic (2022)

C_3-Ekonomik			
C_{31}	Devlet teşvikleri	Yasal ve düzenleyici uygunluk, devlet destek derecesi, sübvansiyonlar, elektrik fiyatları, arazi imtiyazları ve devlet tarafından sağlanan vergi teşviklerinden oluşmaktadır.	Dağ ve Önder (2013)
C_{32}	İşletme ve bakım maliyetleri	Bir tesisi işletmek için gereken işletme maliyetlerinden (yani işçilik maliyeti, enerji maliyeti vb.) ve bakım ve onarım faaliyetlerine harcanması gereken toplam maliyetten oluşmaktadır.	Torkayesh ve Simic (2022); Effatpanah vd., (2022)
C_{33}	Yatırım maliyeti	Projenin uygulanmasıyla ilgili toplam maliyetleri ifade etmektedir.	Dağ ve Önder (2013); Yücenur vd., (2020); Seker ve Aydin (2020); Deveci vd., (2021); Torkayesh ve Simic (2022)
C_4-Sosyal			
C_{41}	Çalışanlar için sosyal olanaklar	Kaliteli okullar, hastaneler ve sosyal yaşam alanlarının varlığı olarak ifade edilmektedir.	Aytekin (2018)
C_{42}	İş gücü mevcudiyeti	Yeterli sayıda işçinin mevcudiyeti (nitelikli, niteliksiz, beyaz yakalı vb.) olarak tanımlanmaktadır.	Simic vd., (2021)
C_{43}	Topluluk yararı	Yaratılacak iş sayısını, iş gücünün mevcudiyetini (işsizlik oranı), nüfus yoğunluğunu ve kentsel alan için görsel etkiyi ifade etmektedir.	Seker ve Aydin (2020)
C_{44}	Toplumsal kabul	Kurulacak fabrikada çalışacak insan portföyünün alternatif lokasyonlardaki insan portföyüne olan uyumunu ifade etmektedir.	Seker ve Aydin (2020); Kannan vd., (2021); Karagöz vd., (2021); Torkayesh ve Simic (2022)
C_5-Teknik			
C_{51}	Arazi genişleme potansiyeli	Tesisin gelecekte arazisini genişletme potansiyelini ifade etmektedir.	Sennaroglu ve Celebi (2018)
C_{52}	Arazi gereksinimi	Fabrikanın kurulacağı alternatif lokasyon alanını ifade etmektedir.	Torkayesh ve Simic (2022)
C_{53}	Arazinin karakteristik uygunluğu	Alternatif lokasyonun coğrafi uygunluğu olarak tanımlanmaktadır.	Karagoz vd., (2020); Karagöz vd., (2021)
C_{54}	Envanter depolama kapasitesi	Firmanın; nihai yeniden satış, üretim veya kullanım hedefi için elinde tuttuğu mal ve malzemeleri stoklama kapasitesi için ihtiyacı olan alanı ifade etmektedir.	Karagoz vd., (2020); Simic vd., (2021)
C_{55}	Trafik yoğunluğu	Alternatif lokasyon çevresindeki trafik yoğunluğunu ifade etmektedir.	Yaşlıoğlu ve Önder (2016); Sennaroglu ve Celebi (2018)

3. KULLANILAN YÖNTEMLER

3. 1. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık küme teorisi, karar verme süreçlerindeki belirsizliği ele almak için kullanılabilecek etkili araçlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Moniri vd., 2020, s. 976). Bulanık küme teorisi ilk olarak 1965 yılında, Zadeh tarafından klasik küme teorisinin bir uzantısı olarak önerilmiştir (Haqbin, 2022, s. 182). Klasik küme teorisinde; bir üye belirli bir kümeye aitse üyelik değeri 1, aksi halde 0'dır. Ancak bulanık küme teorisinde, üyelik değeri 0 ile 1 arasında gerçek bir sayı olarak ifade edilmektedir (Banihashemi, vd., 2021, s. 5).

Bulanık küme teorisi 1965 yılından bugüne kadar belirsiz ve kesin olmayan durumların hesaplanmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Özellikle nitel karar verme yöntemleri, KV'lerin nitel yargılarına dayandığından dolayı bu yöntemlerde bulanık küme teorisinin kullanılması daha uygun olmaktadır. Bu yöntemlerde, uzman görüşü dilsel değişkenler biçiminde toplandığından dolayı yargılarında doğal bir belirsizlik oluşmaktadır. Bu belirsizlik ise mutlak ağırlıklar yerine niteliklerin göreli ağırlıklarına dayandığı için bulanık küme teorisinin dahil edilmesiyle azaltılmaktadır (ur Rehman vd., 2022, s. 4).

Bir X evreninde bulanık bir z kümesi düşünürsek; z bulanık kümesi, X evrenindeki her bir x öğesini [0,1] aralığında bir gerçek sayıyla ilişkilendiren bir "μ_z" fonksiyonu ile tanımlanmaktadır. Bir üçgen bulanık sayı, 1 numaralı denklemde gösterildiği gibi mümkün olan en düşük değer (z_1), en olası değer (z_2) ve en yüksek değer (z_3) gibi üç uzaklık değişkenlerinden meydana gelmektedir (ur Rehman vd., 2022, s. 4).

$$\mu_z(x)=\begin{cases} 0 & ; x \le z_1 \\ \dfrac{x-z_1}{z_2-z_1} & ; z_1 < x \le z_2 \\ \dfrac{z_3-x}{z_3-z_2} & ; z_2 < x \le z_3 \end{cases} \qquad (1)$$

Burada z_1, z_2 ve z_3 reel sayılar olmakla birlikte $z_1<z_2<z_3$ olarak değer almaktadır. z_2'deki x değeri, incelenen bulanık kümenin en olası değerini verirken; z_1 ve z_3 sırasıyla alt ve üst sınırları temsil etmektedir (ur Rehman vd., 2022, s. 4).

$x=(x_1, x_2, x_3)$ ve $y=(y_1, y_2, y_3)$ olmak üzere x ve y iki üçgen bulanık sayı arasındaki mesafe 2 numaralı denklemde gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (ur Rehman vd., 2022, s. 4).

$$d(x,y)=\sqrt{\frac{1}{3}\left[\left(x_1-y_1\right)^2+\left(x_2-y_2\right)^2+\left(x_3-y_3\right)^2\right]} \quad (2)$$

İki bulanık sayı x ve y arasındaki temel cebirsel işlemler aşağıda belirtilen denklemlerle hesaplanmaktadır (Alvand vd., 202, s. 3-4).

Toplama işlemi: $(x_1,x_2,x_3)\oplus(y_1,y_2,y_3)=(x_1+y_1,x_2+y_2,x_3+y_3)$ (3)

Çıkarma işlemi: $(x_1,x_2,x_3)\ominus(y_1,y_2,y_3)=(x_1-y_1,x_2-y_2,x_3-y_3)$ (4)

Çarpma işlemi: $(x_1,x_2,x_3)\otimes(y_1,y_2,y_3)=(x_1y_1,x_2y_2,x_3y_3)$ (5)

Bölme işlemi: $(x_1,x_2,x_3)/(y_1,y_2,y_3)=(x_1/y_3,x_2/y_2,x_3/y_1)\ x_i\geq 0\ ve\ y_i>0$ (6)

3.2. Üçgen Bulanık Sayılar

Herhangi bir karar verme problemi, farklı kriterleri göz önünde bulundurarak en iyi alternatifi seçme işlemine dayanmaktadır. Bulanık sayılar, bulanık ÇKKV yöntemleri problemlerine yol açan dilsel ve sözel değişkenlerle ilişkili belirsizliklerle başa çıkmada gereklidir (Banihashemi, vd., 2021, s. 5). Bulanık küme teorisi, temelde dilsel değişkenlere üyelik dereceleri atamakta ve bunları olasılık dağılımı olarak kabul etmektedir. Bunu gerçekleştirmek için de bulanık sayılar kullanılmaktadır. Zadeh 1978 yılında bulanık kümeleri önerdiğinden bugüne kadar; üçgen, yamuk ve Gauss gibi pek çok bulanık sayı geliştirilmiştir (Pamucar vd., 2021, s. 5). Fakat literatürde araştırmacılar tarafından en çok tercih edilen bulanık sayılar, üçgen bulanık sayılardır. Üçgen bulanık sayılar, hesaplama kolaylığı ve özellikleri nedeniyle uygulama açısından diğer bulanık sayılara göre daha pratiktir (Ghasemian vd., 2020, s. 92).

Bulanık kümelerin ve üçgen bulanık sayıların ana hatları aşağıda verilmiştir (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 422).

Tanım 1: Bulanık sayı, özel bir bulanık $F=\{(x,\mu_F(x)),x\in\Re\}$ kümesidir. Bu kümedeki x değerleri, gerçek doğru üzerinde ($\Re:-\infty\le x\le\infty$) yer almaktadır. Ayrıca $\mu_F(x)$, [0,1] kapalı aralığında bir üyelik fonksiyonunu temsil etmektedir (Pamucar vd., 2021, s. 5).

Tanım 2: Üçgen bulanık sayı, aynı hiyerarşideki her bir eleman çiftinin göreli gücünü ifade etmektedir. Ayrıca $T=(l,m,u)$ olarak gösterilirse $l\le m\le u$ olacak şekilde sıralanmaktadır ve bulanık bir olayda l değeri alt sınır değerini, m değeri merkezi değeri, u değeri ise üst sınır değerini belirtmektedir. *T* bulanık sayısının üçgen tip üyelik fonksiyonu 7 numaralı denklemde gösterildiği gibi tanımlanmaktadır (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 423).

$$\mu_T(x)=\begin{cases}0 & ,x<l\\ (x-l)/(m-l) & ,l\le x\le m\\ (u-x)/(u-m) & ,m\le x\le u\\ 0 & ,x>u\end{cases} \tag{7}$$

$T_1=(l_1,m_1,u_1)$ ve $T_2=(l_2,m_2,u_2)$ olmak üzere iki adet üçgen bulanık sayı düşündüğümüzde; T_1 ve T_2 bulanık sayılarının temel cebirsel işlemleri aşağıdaki denklemlerle açıklanmaktadır (Mavi vd., 2017, s. 2407).

$$(l_1,m_1,u_1)\oplus(l_2,m_2,u_2)=(l_1+l_2,m_1+m_2,u_1+u_2) \tag{8}$$

$$(l_1,m_1,u_1)\otimes(l_2,m_2,u_2)=(l_1l_2,m_1m_2,u_1u_2) \tag{9}$$

$$(l_1,m_1,u_1)/(l_2,m_2,u_2)\cong(l_1/u_2,m_1/m_2,u_1/l_2)\ \ l_i>0,\ \ m_i>0,\ \ u_i>0 \tag{10}$$

$$(l_i,m_i,u_i)^{-1}\approx\left(\frac{1}{u_i},\frac{1}{m_i},\frac{1}{l_i}\right)\ \ l_i>0,\ \ m_i>0,\ \ u_i>0 \tag{11}$$

Tanım 3: a_j*'nin* üçgen bir bulanık sayı (l_j, m_j, u_j) olduğunu varsayarsak; a_j'nin dereceli ortalama entegrasyon gösterimi ($R(a_j)$) 12 numaralı denklem ile hesaplanmaktadır (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 423).

$$R(a_j) = \frac{l_j + 4m_j + u_j}{6} \tag{12}$$

3.3. Bulanık FUCOM Yöntemi

Sübjektif ağırlıklandırma modelleri içerisinde yer alan ve oldukça yeni bir ÇKKV yöntemi olan FUCOM, Pamučar vd., (2018) tarafından 2018'de geliştirilmiştir (Ecer, 2020, s. 119). FUCOM yöntemi, daha çok kriterlerin göreli önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. *n* sayıda kriter için "*n*-1" ikili karşılaştırma matrislerini kullanmakta ve dördüncü adımdaki iki koşulu kullanarak kriterlere son ağırlıklarını atamaktadır (ur Rehman vd., 2022, s. 5).

Bulanık FUCOM yöntemi, belirsiz öznel yargılarda tutarlılığı korurken ikili karşılaştırmaları basitleştirmektedir (Tang vd., 2021, s. 5564). Bulanık FUCOM yönteminde, kriter ağırlıklarına karar vermek için daha az sayıda ikili karşılaştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Pamucar vd., 2021, s. 7). Ayrıca bulanık FUCOM yöntemi, gerekli minimum uzman karşılaştırması sayısı nedeniyle kriter ağırlıklarını belirlemenin en iyi yolu olarak kabul edilmektedir. Bulanık FUCOM, karar vermede rasyonel yargıya katkıda bulunan güvenilir ağırlık katsayıları sağlayan basit bir matematiksel yöntemdir (Fazlollahtabar vd., 2019, s. 51). Sonuç olarak bulanık FUCOM yöntemi; kriterleri öncelik sırasına koyarken, KV'lere kendi öznellikleriyle baş etmede yardımcı olan etkili bir karar aracıdır.

Bulanık FUCOM yöntemi, kullanışlılığından dolayı literatürde birçok araştırmacı tarafından çeşitli karmaşık problemlerin çözümünde tercih edilmiştir (Pamucar vd., 2021, s. 7; Böyükaslan ve Ecer, 2021, s. 5). Bu problemlerden bazılarına ait özet bilgiler şu şekildedir: Pamucar vd., (2021) sürdürülebilir ulaşım için çeşitli alternatif yakıtlı araçların seçiminde, bulanık MARCOS ve bulanık FUCOM yöntemlerini kullanmışlardır. Demir (2021) bulanık FUCOM yöntemi ile e-devlet web sitelerini değerlendirmiştir. Böyükaslan ve Ecer (2021) bulanık FUCOM-Bonferroni yaklaşımı ile kripto para birimlerine yatırım yapan sürücülerin, önceliklerini belirlemişlerdir.

Taşkent ve Delice (2021) bulanık FUCOM yöntemi ile dekoratif taş sağlayıcısı bir firmanın, mevcut tedarikçilerini değerlendirmişlerdir. Vesković vd., (2022) konteyner terminallerinde aktarma ve elleçleme makinelerinde istifleyici değerlendirilmesi ve seçiminde, bulanık FUCOM ve bulanık MARCOS yöntemlerini ve bulanık Bonferroni ortalama operatörünü kullanmışlardır.

Kriterlerin ikili karşılaştırmasına dayalı ağırlıkları belirlemede sübjektif modeller, i kriterinin j kriteri üzerindeki etki derecesini belirlemek için KV'lere ihtiyaç duymaktadır. i kriterinin j kriteri üzerindeki etki derecesi, karşılaştırma değeri (a_{ij}) olarak kabul edilmektedir. a_{ij} karşılaştırmasının elde edilen değerleri, öznel tahminlere dayandığından mevcut belirsizlikler bulanık sayılarla ifade edilebilmektedir. Dilsel ölçekler çoğunlukla iki kriterin karşılaştırılması için kullanılmaktadır.

Tablo 3'te bulanık FUCOM yönteminde dilsel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları verilmiştir.

Tablo 3 Bulanık FUCOM Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı Değerleri
Eşit derecede önemli (EI)	(1,1,1)
Zayıf derecede önemli (WI)	(2/3,1,3/2)
Oldukça önemli (FI)	(3/2,2,5/2)
Çok önemli (VI)	(5/2,3,7/2)
Kesinlikle önemli (AI)	(7/2,4,9/2)

Kaynak: (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 424).

Aşağıdaki dört adımda, bulanık FUCOM yönteminin algoritması açıklanmaktadır.

Adım 1: Karar kriterlerini belirleme

Alternatifleri değerlendirmek için çok kriterli modellerde, ilk adım bir dizi değerlendirme kriteri tanımlamaktır. $C=\{C_1,C_2, \ldots, C_n\}$ kümesiyle temsil edilen n (j=1,2, …, n) değerlendirme kriteri vardır (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 424).

Adım 2: Karar kriterlerini önem derecelerine göre sıralama

İlk adımda, KV'lerden her bir kritere uzmanlıklarına göre sözel değerlendirme yapmaları istenmektedir. KV'ler daha sonra bulanık sayılara çevrilen dilsel bir ölçekte derecelendirmeler atamaktadır. Birinci sıra, en yüksek ağırlık katsayısına sahip olması beklenen bir kritere atanmakta ve bu şekilde en az öneme sahip kritere doğru devam

etmektedir (Tang vd., 2021, s. 5552). Son sırada, ağırlık katsayısının en düşük değerine sahip olmasını beklediğimiz kriter yer almaktadır. Böylece bir ÇKKV yöntemi karar vermede, beklenen etkiye göre sıralanan kriterler elde edilmektedir (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 424).

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > ... > C_{j(k)} \tag{13}$$

13 numaralı denklemde; $C_{j(1)}$ ve $C_{j(k)}$, önceden tanımlanmış n eleman kümesi arasında, sırasıyla en çok ve en az önemli kriteri temsil etmektedir. Özellikle iki veya daha fazla kriter eşit öneme sahipse kriterlerin arasına büyüktür (>) yerine eşitlik (=) işareti konulmaktadır (Ayadi vd., 2021, s. 13).

Adım 3: Üçgen bulanık sayıları kullanarak kriterlerin karşılaştırılması

Bu adımda Tablo 3 kullanılarak, kriterler birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma, ilk sıradaki (en önemli) kritere göre yapılmaktadır. Böylece ikinci adımda sıralanan tüm kriterler için bulanık kriter anlamlılığı ($\varpi c_{j(k)}$) elde edilmektedir. Birinci sıradaki kriter kendisiyle kıyaslandığından anlamı "$\varpi c_{j(1)=EI}$" olarak tanımlanmaktadır. Kalan kriterlerin ise "*n*-1" karşılaştırması yapılmaktadır (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 424). Kriterlerin tanımlanan önemine dayalı olarak bulanık karşılaştırmalı anlamlılık ($\varphi_{k/(k+1)}$) 14 numaralı denklem uygulanarak belirlenmektedir (Ayadi vd., 2021, s. 13).

$$\varphi_{k/(k+1)} = \frac{\varpi c_{j(k+1)}}{\varpi c_{j(k)}} = \frac{\left(\varpi c^{l}_{j(k+1)}, \varpi c^{m}_{j(k+1)}, \varpi c^{u}_{j(k+1)}\right)}{\left(\varpi c^{l}_{j(k)}, \varpi c^{m}_{j(k)}, \varpi c^{u}_{j(k)}\right)} \tag{14}$$

$$\Phi = \left(\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, ..., \varphi_{k/(k+1)}\right) \tag{15}$$

14 ve 15 numaralı denklemlerdeki $\varphi_{k/(k+1)}$ ifadesi, $C_{j(k)}$ rank kriterinin $C_{j(k+1)}$ rank kriterine göre sahip olduğu önemi temsil etmektedir (Pamucar vd., 2021, s. 7).

Adım 4: Optimum bulanık ağırlıkların hesaplanması

Dördüncü adımda, $(w_1, w_2, \ldots, w_n)^T$ kriterlerinin bulanık ağırlık katsayılarının nihai değerleri hesaplanmaktadır. Ağırlık katsayılarının nihai değerleri, aşağıdaki iki koşulu karşılamalıdır (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 425).

Koşul 1: Gözlenen $C_{j(k)}$ ve $C_{j(k+1)}$ kriterlerinin ağırlık katsayılarının oranı, ikinci adımda tanımlanan karşılaştırmalı önemlerine ($\varphi_{k/(k+1)}$) eşit olmalı ve 16 numaralı denklemi yerine getirmelidir (Ayadi vd., 2021, s. 13).

$$\frac{w_k}{w_{k+1}} = \varphi_{k/(k+1)} \tag{16}$$

Koşul 2: 15 numaralı denklem ile tanımlanan koşula ek olarak; ağırlık katsayılarının son değerleri ve geçişliliği, $\varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \varphi_{k/(k+2)}$ ve $\frac{w_k}{w_{k+1}} \otimes \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}} = \frac{w_k}{w_{k+2}}$ eşitliklerini sağlamalıdır. Böylece ağırlık katsayılarının nihai değerleriyle sağlanması gereken başka bir koşul olan 17 numaralı denklem elde edilmektedir (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 425).

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \tag{17}$$

Minimum Maksimum Tutarlıktan Sapmalar (DMC) $\chi = 0$ yalnızca ağırlık katsayıları arasındaki geçişlilik tamamen karşılandığında sağlanmaktadır. O halde $\frac{w_k}{w_{k+1}} - \varphi_{k/(k+1)} = 0$ ve $\frac{w_k}{w_{k+2}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = 0$ denilebilmektedir. Bu koşulların sağlanabilmesi için X değerinin minimizasyonu ile $\left|\frac{w_k}{w_{k+1}} - \varphi_{k/(k+1)}\right| \le \chi$ ve $\left|\frac{w_k}{w_{k+2}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)}\right| \le \chi$ koşullarını sağlayan $(w_1, w_2, \ldots, w_n)^T$ kriterlerinin ağırlık katsayılarının değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 425).

Değerlendirme kriterlerinin ağırlık katsayılarının optimal bulanık değerlerini belirlemek için nihai doğrusal olmayan model $(w_1, w_2, \ldots, w_n)^T$ olarak kabul edilmektedir (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 425).

$$
\begin{aligned}
&\min \ \chi \\
&s.t. \\
&\begin{cases}
\left| \dfrac{w_k}{w_{k+1}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \le \chi, \ \forall j \\
\left| \dfrac{w_k}{w_{k+2}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \le \chi, \ \forall j \\
\sum_{j=1}^{n} w_j = 1, \forall j \\
w_j^l \le w_j^m \le w_j^u \\
w_j^l \ge 0, \forall j \\
j = 1, 2, \ldots, n
\end{cases}
\end{aligned}
\tag{18}
$$

18 numaralı denklem takımında $w_j = \left(w_j^l, w_j^m, w_j^u \right)$ ve $\varphi_{k/(k+1)} = \left(\varphi_{k/(k+1)}^l, \varphi_{k/(k+1)}^m, \varphi_{k/(k+1)}^u \right)$'dir. En yüksek tutarlılığı elde etmek için $\dfrac{w_k}{w_{k+1}} - \varphi_{k/(k+1)} = 0$ ve $\dfrac{w_k}{w_{k+2}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = 0$ koşullarının sağlanması gerekmektedir. Böylece 18 numaralı denklem ile verilen model, bulanık bir lineer model olan 19 numaralı denklem takımına dönüştürülebilmektedir. Bu denklem takımının çözülmesi halinde, ağırlık katsayılarının optimal bulanık değerleri $(w_1, w_2, \ldots, w_n)^T$ olarak elde edilmektedir (Pamucar ve Ecer, 2020, s. 426).

$$
\begin{aligned}
&\min \ \chi \\
&s.t. \\
&\begin{cases}
\left| w_k - w_{k+1} \otimes \varphi_{k/(k+1)} \right| \le \chi, \ \forall j \\
\left| w_k - w_{k+2} \otimes \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \le \chi, \ \forall j \\
\sum_{j=1}^{n} w_j = 1, \forall j, \\
w_j^l \le w_j^m \le w_j^u \\
w_j^l \ge 0, \forall j \\
j = 1, 2, \ldots, n
\end{cases}
\end{aligned}
\tag{19}
$$

Burada $w_j = \left(w_j^l, w_j^m, w_j^u\right)$ ve $\varphi_{k/(k+1)} = \left(\varphi_{k/(k+1)}^l, \varphi_{k/(k+1)}^m, \varphi_{k/(k+1)}^u\right)$'dir.

3.4. Bulanık SWARA Yöntemi

Bulanık SWARA yöntemi, 2010 yılında Violeta Keršulienė tarafından ortaya konulmuştur (Ansari vd., 2020, s. 480). Bulanık SWARA yönteminin temel özelliği, ağırlık belirleme sürecinde özniteliklerin önemine ilişkin KV'lerin tercihlerini tahmin etmeye dayanmaktadır (Banihashemi, vd., 2021, s. 6). Bulanık SWARA yönteminde ilk ve son sıralar, sırasıyla en önemli ve en az önemli kriterlere atanmaktadır. Farklı uzmanlar tarafından her bir kritere verilen sıralamaların ortalama değeri, o kriterin sıralamasını ve önemini belirtmektedir. Bu nedenle kriterlerin önceliğinin belirtildiği durumlarda, bulanık SWARA yöntemi faydalı olarak görülmektedir. Grup karar verme yöntemlerinden biri olan bulanık SWARA yönteminin, uzmanlar arasında fikir birliğine dayalı kritik karar verme durumlarında kullanılması önerilmektedir (Alvand vd., 2021, s. 4).

Bulanık SWARA yöntemi, basit ve anlaşılması kolay bir yöntemdir. Ayrıca AHP, ANP ve BWM yöntemlerine kıyasla daha az ikili karşılaştırmaya sahip olduğu bilinmektedir (Alvand vd., 2021, s. 4). Kriterlerin çoğunun niteliksel doğası ve KV'lerin görüşlerinin alınmasının kolay olması, bulanık SWARA yönteminin avantajı olarak kabul edilmektir. Bulanık SWARA yöntemi, karmaşık ve zaman alıcı bir yöntem olmadığından dolayı uzmanların anlaması ve uygulaması açısından kolaylık sağlamaktadır (Ansari vd., 2020, s. 480).

Karar problemlerindeki belirsizlik, analizlerde bulanık sayıların kullanılmasını gerektirmektedir. Literatürde bulanık SWARA'nın karar problemlerinde kullanımına ilişkin çok az çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazılarına ait özet bilgiler şu şekildedir: Mavi vd., (2017) bir plastik fabrikası için bulanık SWARA ve bulanık Oran Analizi Temelli Çok Amaçlı Optimizasyon (MOORA) yöntemleri ile bir üçüncü taraf tersine lojistik sağlayıcı seçmişlerdir. Ghorabaee vd., (2018) sürdürülebilirlik hususları ile bir inşaat ekipmanını; bulanık SWARA, bulanık Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önem Tespiti (CRITIC) ve bulanık EDAS yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Keshavarz-Ghorabaee vd., (2018) bir şirkette entelektüel sermaye boyutlarının ve bileşenlerinin önemini, simetrik aralıklı tip-2 bulanık kümelerle genişletilmiş bir SWARA yöntemi ile belirlemişlerdir. Zarbakhshnia vd.,

(2018) risk faktörlerinin varlığında, otomotiv endüstrisinde üçüncü taraf ters lojistik sağlayıcı seçiminde; bulanık SWARA ve bulanık CODAS yöntemlerini kullanmışlardır. Ulutaş vd., (2020) lojistik merkezi yer seçiminde, bulanık SWARA ve CoCoSo'dan oluşan CBS tabanlı yeni bir entegre ÇKKV yöntemini literatüre tanıtmışlardır.

Tablo 4'te bulanık SWARA yönteminde kullanılan dilsel ifadeler ve onlara karşılık gelen bulanık sayı değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4 Bulanık SWARA Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı Değerleri
Kesinlikle daha az önemli (ALS)	(1,1,1)
Ağırlıklı olarak daha az önemli (DLS)	(1/2,2/3,1)
Çok daha az önemli (MLS)	(2/5,1/2,2/3)
Gerçekten daha az önemli (RLS)	(1/3,2/5,1/2)
Daha az önemli (LS)	(2/7,1/3,2/5)
Orta derecede daha az önemli (MDLS)	(1/4,2/7,1/3)
Zayıf derecede daha az önemli (WLS)	(2/9,1/4,2/7)
Eşit derecede önemli (ES)	(0,0,0)

Kaynak: (Vrtagić vd., 2021, s. 6).

Genel olarak bulanık SWARA yöntemi, aşağıdaki altı adımda açıklanmaktadır.

Adım 1: Kriterleri beklenen önemlerine göre azalan düzende sıralama

Değerlendirme kriterleri KV'lere göre önem derecelerine göre sıralanmakta ve en önemli kriter ilk sıraya en az önemli kriter ise son sıraya atanmaktadır (Alvand vd., 2021, s. 4).

Adım 2: Her bir kriterin göreceli önem oranının belirlenmesi

İkinci ölçütten son ölçüte kadar Tablo 4'te gösterilen dilsel terimler kullanılarak, önceki ölçüt (S_j) ile ilgili j ölçütü için göreli önem oranı (S_j) belirlenmektedir. Burada $S_j = \left(\tilde{s}_j^l, \tilde{s}_j^m, \tilde{s}_j^r\right)$ olarak ifade edilmektedir (Alvand vd., 2021, s. 4).

Adım 3: Katsayının elde edilmesi

20 numaralı denklem kullanılarak her bir kriter için karşılaştırmalı önem katsayısı ($\tilde{k}_j$) hesaplanmaktadır (Banihashemi, vd., 2021, s. 7).

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \tilde{s}_j + \tilde{1} & j > 1 \end{cases},\ \tilde{k}_j = \left(\tilde{k}_j^l, \tilde{k}_j^m, \tilde{k}_j^r\right) \tag{20}$$

Adım 4: Bulanık yeniden hesaplanmış ağırlıkların elde edilmesi

21 numaralı denklem kullanılarak, yeniden hesaplanan ağırlık faktörleri olan "$\tilde{q}_j$" değeri hesaplanmaktadır (Mavi vd., 2017, s. 2407).

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1} & j = 1 \\ \dfrac{\tilde{q}_{j-1}}{\tilde{k}_j} & j > 1 \end{cases},\ \tilde{q}_j = \left(\tilde{q}_j^l, \tilde{q}_j^m, \tilde{q}_j^r\right) \tag{21}$$

Adım 5: Her j kriterinin nihai göreli bulanık ağırlığının hesaplanması

Kriterlerin göreli önem ağırlıkları, 22 numaralı denklem kullanılarak hesaplanmaktadır (Alvand vd., 2021, s. 4).

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^{n} \tilde{q}_k},\ \tilde{w}_j = \left(\tilde{w}_j^l, \tilde{w}_j^m, \tilde{w}_j^r\right) \tag{22}$$

Kriterlerin göreli ağırlıklarını "$\tilde{w}_j$" sembolü temsil etmektedir. Kriter numarası ise "*n*" sembolüyle gösterilmektedir (Alvand vd., 2021, s. 4).

Adım 6: Bulanık göreceli önem ağırlıklarını bulanık olmayana dönüştürme

Alan merkezi yöntemi kullanılarak; bulanık göreceli önem ağırlıkları (w_j) 23 numaralı denklemde gösterildiği şekilde bulanık olmayan değere (net değer) dönüştürülmektedir (Ansari vd., 2020, s. 480).

$$w_j = \frac{1}{3}\tilde{w}_j = \frac{1}{3}\left(\tilde{w}_j^l + \tilde{w}_j^m + \tilde{w}_j^r\right) \tag{23}$$

Burada w_j, j kriterinin durulaştırılmış göreli bulanık ağırlıklarını göstermektedir (Ansari vd., 2020, s. 480).

3.5. Bulanık CODAS Yöntemi

CODAS, 2016 yılında Keshavarz Ghorabaee vd., tarafından geliştirilmiş olan ve alternatiflerin performans sıralaması tespitinde kullanılan etkili bir ÇKKV yöntemidir (Paçal vd., 2017, s. 185). CODAS yönteminde alternatiflerin istenebilirliği, iki ölçüt kullanılarak belirlenmektedir. Ana ve birincil ölçüt, alternatiflerin negatif idealden Öklid uzaklığı ile ilgilidir (Badi vd., 2017, s. 30). Bu tür bir uzaklığın kullanılması, ölçütler için bir I^2-norm kayıtsızlık alanı gerektirmektedir. İkincil ölçüt, I^1-normu kayıtsızlık uzayıyla ilgili olan Taxicab mesafesidir. CODAS yönteminde, Öklid mesafesine göre kıyaslanamaz iki alternatifimiz var ise ikincil ölçüt olarak Taxicab mesafesi kullanılmaktadır (Badi vd., 2018, s. 4). CODAS yönteminde, I^2-norm kayıtsızlık uzayı tercih edilse de bu süreç içerisinde iki tür kayıtsızlık uzayı düşünülebilmektedir (Keshavarz Ghorabaee, 2016, s. 29).

Öklid ve Taxicab mesafeleri, net bir ortamda tanımlanmakta ve bu mesafeler bulanık problemlerde kullanılmamaktadır (Ghorabaee vd., 2017, s. 7). Bulanık CODAS yönteminde; CODAS yönteminden farklı olarak, bulanık tabanlı Öklid ve bulanık tabanlı Hamming mesafeleri kullanılmaktadır (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 11). Ghorabaee vd., (2017) net mesafeler yerine, Li (2007) tarafından sunulan bulanık tabanlı Öklid ve bulanık tabanlı Hamming mesafelerini kullanarak bulanık CODAS yöntemini geliştirmişlerdir.

CODAS yönteminin, diğer ÇKKV yöntemlerinde dikkate alınmayan bazı özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. CODAS yöntemi; süreci daha rasyonel, açık ve verimli hale getirmektedir (Badi vd., 2017, s. 34-35). Ayrıca CODAS yöntemi, SAW ve Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (WPM) yöntemlerinin avantajlı ve güçlü yönlerinin bir arada toplanması sonucu ortaya çıkmıştır (Ecer, 2020, s. 290).

Literatürde bulanık CODAS yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalardan bazılarına ait özet bilgiler şu şekildedir: Panchal vd., (2017) Kuzey Hindistan'da bulunan bir üre gübre endüstrisinin, Amonyak Sentez Birimi için en uygun bakım stratejisini; bulanık AHP ve bulanık CODAS yöntemleri ile seçmişlerdir. Bolturk (2018) Pisagor bulanık kümelerine dayanan CODAS yöntemi ile tedarikçi seçmiştir. Peng ve Garg (2018) bir maden acil durum karar verme probleminde, ağırlıklı mesafe bazlı yaklaşım ve benzerlik ölçümü ile aralık değerli bulanık yumuşak kümelere dayanan CODAS

yöntemlerini kullanmışlardır. Bolturk ve Kahraman (2018) Türkiye'de dalga enerjisi tesis yerini, aralık değerli sezgisel bulanık CODAS yöntemi ile seçmiştirler. Yeni ve Özçelik (2019) bir personel seçimi probleminde; aralık değerli Atanassov sezgisel bulanık CODAS yöntemini kullanmışlardır.

Tablo 5'te bulanık CODAS yönteminde kullanılan dilsel ifadeler ve onlara karşılık gelen bulanık sayı değerleri gösterilmiştir.

Tablo 5 Bulanık CODAS Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı Değerleri
Çok zayıf (VP)	(0,0,1)
Zayıf (P)	(0,1,3)
Orta zayıf (MP)	(1,3,5)
Orta (F)	(3,5,7)
Orta iyi (MG)	(5,7,9)
İyi (G)	(7,9,10)
Çok iyi (VG)	(9,10,10)

Kaynak: (Chen, 2000, s. 5).

Alternatiflerin "n", kriterlerin "m" ve KV'lerin "q" olduğunu varsayarsak, bulanık CODAS yöntemi aşağıda verilen dokuz adımda açıklanmaktadır.

Adım 1. Her bir KV'nin bulanık karar matrisi ($\tilde{X}_l$) 24 numaralı denklemde gösterildiği şekilde oluşturulur ve ortalama bulanık karar matrisi ($\tilde{X}$) 25 numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır (Ghorabaee vd., 2017, s. 7).

$$\tilde{X}_l = \left[\tilde{x}_{ijl}\right]_{n\times m} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11l} & \tilde{x}_{12l} & \cdots & \tilde{x}_{1ml} \\ \tilde{x}_{21l} & \tilde{x}_{22l} & \cdots & \tilde{x}_{2ml} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1l} & \tilde{x}_{n2l} & \cdots & \tilde{x}_{nml} \end{bmatrix} \tag{24}$$

$$\tilde{X} = \left[\tilde{x}_{ij}\right]_{n\times m} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1m} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \tag{25}$$

$$\tilde{x}_{ij} = \bigoplus_{l=1}^{q} \tilde{x}_{ijl} \tag{26}$$

26 numaralı denklemde $\tilde{x}_{ijl}$, $i.$ alternatifin $\left(i \in \{1,2,...,n\}\right)$ $j.$ kriter $\left(j \in \{1,2,...,m\}\right)$ ve $l.$ $\left(l \in \{1,2,...,q\}\right)$ KV'sine göre bulanık performans değerini, $\tilde{x}_{ij}$ ise j. kritere göre i. alternatifin ortalama bulanık performans değerini göstermektedir (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 11).

Adım 2. Her bir KV'den, her bir kriterin bulanık ağırlıkları alınır ve ortalama bulanık ağırlıklar 27 numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanır (Ghorabaee vd., 2017, s. 8).

$$\tilde{W}_l = \left[\tilde{w}_{jl}\right]_{1\times m} \tag{27}$$

$$\tilde{W} = \left[\tilde{w}_{j}\right]_{1\times m} \tag{28}$$

$$\tilde{w}_j = \bigoplus_{l=1}^{q} \tilde{w}_{jl} \tag{29}$$

Denklemlerde $\tilde{w}_{jl}$, $j.$ kriter $\left(j \in \{1,2,...,m\}\right)$'in $l.$ $\left(l \in \{1,2,...,q\}\right)$ KV'ye göre bulanık ağırlığını göstermekte ve $\tilde{w}_j$ ise $j.$ kriterin ortalama bulanık ağırlığını belirtmektedir (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 11).

Adım 3. 30 numaralı denklem kullanılarak her bir kriterin tipine göre bulanık normalleştirilmiş karar matrisi belirlenir (Ghorabaee vd., 2017, s. 8).

$$\tilde{N} = \left[\tilde{n}_{ij}\right]_{n\times m} \tag{30}$$

$$\tilde{n}_{ij} = \begin{cases} \tilde{x}_{ij} / \max\limits_i D\left(\tilde{x}_{ij}\right) & j \in B \\ 1 - \left(\tilde{x}_{ij} / \max\limits_i D\left(\tilde{x}_{ij}\right)\right) & j \in C \end{cases} \tag{31}$$

31 numaralı denklemde B ve C, sırasıyla fayda ve maliyet kriterleri kümelerini temsil etmekte ve $\tilde{n}_{ij}$ normalleştirilmiş bulanık performans değerlerini belirtmektedir (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 11).

Adım 4. Bu adımda, bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi hesaplanacaktır. Bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş performans değerleri $(\tilde{r}_{ij})$ 32 numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır (Ghorabaee vd., 2017, s. 8).

$$\tilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij} \right]_{n \times m} \tag{32}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \tilde{w}_j \otimes \tilde{n}_{ij} \tag{33}$$

33 numaralı denklemde $\tilde{w}_j$, j. kriterin bulanık ağırlığını ve $0 < D\left(\tilde{w}_j\right) < 1$'i göstermektedir (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 11).

Adım 5. Bulanık negatif ideal çözümü, 34 numaralı denklemde gösterildiği şekilde belirlenmektedir (Ghorabaee vd., 2017, s. 8).

$$NS = \left[ns_j \right]_{1 \times m} \tag{34}$$

$$ns_j = \min_i \tilde{r}_{ij} \tag{35}$$

35 numaralı denklemde, $\min_i \tilde{r}_{ij} = \left\{ \tilde{r}_{kj} \middle| D\left(\tilde{r}_{kj}\right) = \min_i \left(D\left(\tilde{r}_{ij}\right) \right),\ k \in \{1, 2, ..., n\} \right\}$ olarak ifade edilmektedir (Ghorabaee vd., 2017, s. 8).

Adım 6. Bu adımda, bulanık negatif ideal çözüm kullanılarak alternatiflerin bulanık ağırlıklı Öklid $\left(ED_i\right)$ ve bulanık ağırlıklı Hamming $\left(HD_i\right)$ uzaklıkları hesaplanacaktır. Bu değerlerin hesaplanması için 36 ve 37 numaralı denklemler kullanılmıştır (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 12).

$$ED_i = \sum_{j=1}^{m} d_E \left(\tilde{r}_{ij}, ns_j \right) \tag{36}$$

$$HD_i = \sum_{j=1}^{m} d_H \left(\tilde{r}_{ij}, ns_j \right) \tag{37}$$

Adım 7. 38 ve 39 numaralı denklemler kullanılarak, bağıl değerlendirme matrisi $\left(RA\right)$ belirlenir (Ghorabaee vd., 2017, s. 9).

$$RA = \left[p_{ik} \right]_{n \times n} \tag{38}$$

$$p_{ik} = \left(ED_i - ED_k \right) + \left(t\left(ED_i - ED_k \right) \times \left(HD_i - HD_k \right) \right) \tag{39}$$

Burada $k \in \{1, 2, ..., n\}$ ve t değeri eşik değeri olup 40 numaralı denklem yardımı ile hesaplanmaktadır (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 12).

$$t(x) = \begin{cases} 1 & |x| \geq \theta \\ 0 & |x| < \theta \end{cases} \tag{40}$$

Bu fonksiyonun eşik değeri (θ) KV tarafından ayarlanabilmektedir. Bu çalışmada, $\theta = 0.02$ olarak alınmıştır (Ghorabaee vd., 2017, s. 9).

Adım 8. 41 numaralı denklem kullanılarak, her bir alternatifin değerlendirme puanı (AS_i) hesaplanır (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 12).

$$AS_i = \sum_{k=1}^{n} p_{ik} \tag{41}$$

Adım 9. $AS_i, i = 1, ..., m$'nin azalan değerlerine göre alternatifler sıralanır (Yalçın ve Yapıcı Pehlivan, 2019, s. 12). En yüksek değerlendirme puanına sahip alternatif, en çok arzu edilen alternatif olarak değerlendirilmektedir (Ghorabaee vd., 2017, s. 9).

3.6. Bulanık MARCOS Yöntemi

MARCOS, Stević vd., tarafından 2020 yılında geliştirilmiş ve literatüre kazandırılmış yeni nesil bir ÇKKV yöntemidir. MARCOS yöntemi, alternatifler ve referans değerler (ideal ve ideal olmayan alternatifler) arasındaki ilişkiyi tanımlamaya dayanmaktadır. Tanımlanan ilişkilere dayalı olarak, alternatiflerin fayda fonksiyonları belirlenmekte ve ideal ve ideal olmayan çözümlere göre uzlaşık sıralama yapılmaktadır (Stević vd., 2020, s. 3-4). Karar tercihleri, fayda fonksiyonları temelinde tanımlanmaktadır. Fayda fonksiyonları, ideal ve ideal olmayan bir çözüme göre bir alternatifin konumunu temsil etmektedir (Karaaslan vd., 2022, s. 7). Birbirleriyle çelişen kriterleri içinde barındıran bir karar probleminde; uzlaşık çözüm, KV'lere nihai karar vermede yardımcı

olmaktadır. En iyi alternatif, ideale en yakın olan ve aynı zamanda ideal olmayan referans noktasından en uzak olan olarak tanımlanmaktadır (Ecer, 2020, s. 338).

Stanković vd., 2020 yılında, belirsiz bir ortamda daha kesin sonuçlar sağlamak için bulanık MARCOS yöntemini tanıtmıştır. Bu genişletilmiş versiyon hem belirsizliğin üstesinden gelmekte hem de daha büyük karar verme matrislerinde daha kararlı sonuçlar vermektedir (Bakır vd., 2021, s. 431).

MARCOS yönteminde başlangıç matrisi oluşturulurken; ideal ve ideal olmayan çözümün değerlendirilmesi, her iki çözüme ilişkin fayda derecesinin daha yakından belirlenmesi, faydayı belirlemek için yeni fayda fonksiyonunun tanımlanması ve çok sayıda dikkate alınması gibi avantajları bulunmaktadır (Karaaslan vd., 2022, s. 7). Ayrıca MARCOS yöntemi, esnek bir yöntem olup çok fazla kriterin bir arada değerlendirilmesine imkân tanımaktadır (Stević vd., 2020, s. 13). MARCOS yönteminin kriter ve alternatif sayısı artarken, sahip olduğu algoritmanın karmaşık bir hal almaması en önemli özelliği olarak kabul edilmektedir. Çoklu amaçları optimize etmede; güçlü ve sağlam bir karar aracı olarak görülmekte ve benzer yöntemlerle karşılaştırıldığında ise daha basit, etkin ve sıralamaları kolayca elde edebilen bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir (Ecer, 2020, s. 338-339).

Literatürde bulanık MARCOS yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalardan bazılarına ait özet bilgiler şu şekildedir: Mijajlović vd., (2020) spa merkezlerinin rekabet gücünü, FUCOM ve bulanık MARCOS yöntemleri ile değerlendirmiştirler. Mitrović Simić vd., (2020) yollardaki güvenlik düzeyini; CRITIC, bulanık FUCOM, Veri Zarflama Analizi (DEA) ve bulanık MARCOS yöntemi ile belirlemiştirler. Blagojević vd., (2021) demir yolu geçişlerinin güvenlik düzeylerini; bulanık FUCOM, bulanık Pivot İkili Göreli Kriter Önem Değerlendirmesi (PIPRECIA) ve bulanık MARCOS yöntemleri ile değerlendirmiştirler. Puška vd., (2021) sürdürülebilir tedarikçileri, bulanık MARCOS yöntemi ile seçmiştirler. Özdağoğlu vd., (2021) havayolu firmalarının kabin memuru seçiminde; bulanık SWARA ve bulanık MARCOS yöntemlerini kullanmışlardır.

Tablo 6'da bulanık MARCOS yönteminde kullanılan dilsel ifadeler ve onlara karşılık gelen bulanık sayı değerleri gösterilmiştir.

Tablo 6 Bulanık MARCOS Yönteminde Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyon Değerleri

Dilsel İfadeler	Bulanık Sayı Değerleri
Çok zayıf (VP)	(0,0,1)
Zayıf (P)	(0,1,3)
Orta zayıf (MP)	(1,3,5)
Orta (F)	(3,5,7)
Orta iyi (MG)	(5,7,9)
İyi (G)	(7,9,10)
Çok iyi (VG)	(9,10,10)

Kaynak: (Bakır vd., 2021, s. 431).

Bulanık MARCOS yöntemi, aşağıda verilen 11 adımda açıklanmaktadır.

Adım 1. Başlangıç bulanık karar matrisinin oluşturulması

ÇKKV yöntemleri, bir dizi n kriter ve m alternatifin tanımını içermektedir. İlk olarak, alternatifleri ve kriterleri içeren bir karar matrisi oluşturulur. Bu adımda, bulanık anti-ideal $\tilde{A}(AI)$ ve bulanık ideal $\tilde{A}(ID)$ çözümleri 42 numaralı denklem kullanılarak bulunmaktadır (Stanković vd., 2020, s. 5).

$$\bar{X} = \begin{array}{c} \\ \tilde{A}(AI) \\ \tilde{A}_1 \\ \tilde{A}_2 \\ \cdots \\ \tilde{A}_m \\ \tilde{A}(ID) \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} \tilde{C}_1 & \tilde{C}_2 & \cdots & \tilde{C}_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{x}_{ai1} & \tilde{x}_{ai2} & \cdots & \tilde{x}_{ain} \\ \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \\ \tilde{x}_{id1} & \tilde{x}_{id2} & \cdots & \tilde{x}_{idn} \end{bmatrix} \end{array} \tag{42}$$

Adım 2. Başlangıç bulanık karar matrisinin genişletilmesi

Başlangıç karar matrisi, bulanık anti-ideal Ã(AI) ve bulanık ideal Ã(ID) çözümleri eklenerek genişletilir. Ã(AI) en istenmeyen alternatifi gösterirken, Ã(ID) en çok arzu edilen alternatifi göstermektedir. Kriter tipine göre Ã(AI) ve Ã(ID) çözümleri, 43 ve 44 numaralı denklemlerde gösterildiği şekildeki gibi bulunmaktadır (Bakır vd., 2021, s. 431).

$$\tilde{A}(AI) = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad j \in B \; ve \; \max_i \tilde{x}_{ij} \quad j \in C \tag{43}$$

$$\tilde{A}(ID) = \max_i \tilde{x}_{ij} \quad j \in B \text{ ve } \min_i \tilde{x}_{ij} \quad j \in C \tag{44}$$

B, maksimize edilmesi gereken fayda kriterlerini, C ise minimize edilmesi gereken maliyet kriterlerini temsil etmektedir (Puška vd., 2021, s. 5).

Adım 3. Başlangıç bulanık karar matrisinin normalleştirilmesi

Normalizasyon, söz konusu kritere bağlı olarak 45 ve 46 numaralı denklemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Puška vd., 2021, s. 5).

$$\tilde{n} = \left(n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u\right) = \left(\frac{x_{id}^l}{x_{ij}^u}, \frac{x_{id}^l}{x_{ij}^m}, \frac{x_{id}^l}{x_{ij}^l}\right); \quad j \in Cr_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \tag{45}$$

$$\tilde{n} = \left(n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u\right) = \left(\frac{x_{ij}^l}{x_{id}^u}, \frac{x_{ij}^m}{x_{id}^u}, \frac{x_{ij}^u}{x_{id}^u}\right); \; j \in Br_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \tag{46}$$

Bu eşitliklerde l birinci bulanık sayıyı, m ikinci bulanık sayı ve u üçüncü bulanık sayıyı ifade etmektedir (Puška vd., 2021, s. 5).

Adım 4. Bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması

Normalleştirilmiş değerler, ağırlık katsayıları ile çarpılır ve böylece $\tilde{V}$ matrisi elde edilir (Bakır vd., 2021, s. 432).

$$\tilde{v}_{ij} = \left(v_{ij}^l, v_{ij}^m, v_{ij}^u\right) = \tilde{n}_{ij} \otimes \tilde{w}_j = \left(n_{ij}^l \times w_j^l, n_{ij}^m \times w_j^m, n_{ij}^u \times w_j^u\right) \tag{47}$$

Adım 5. S_i matrisinin hesaplanması

Bu adımda, bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş matris elemanları 48 numaralı denklem kullanılarak toplanmaktadır (Bakır ve Atalık, 2021, s. 133).

$$\tilde{S}_i = \sum_{i=1}^{n} \tilde{v}_{ij} \tag{48}$$

$n_{ij}^l, n_{ij}^m, n_{ij}^u$ elemanları için hesaplama tekrarlanmakta ve sütun değerleri toplanmaktadır (Bakır ve Atalık, 2021, s. 134).

Adım 6. Her alternatif için fayda derecesinin belirlenmesi

İdeal ve ideal olmayan çözümler dikkate alınarak, iki farklı matris $\left(\tilde{K}_i^- \text{ ve } \tilde{K}_i^+\right)$ 49 ve 50 numaralı denklemler kullanılarak oluşturulmuştur (Stanković vd., 2020, s. 6).

$$\tilde{K}_i^- = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{ai}} = \left(\frac{s_i^l}{s_{ai}^u}, \frac{s_i^m}{s_{ai}^m}, \frac{s_i^u}{s_{ai}^l}\right) \tag{49}$$

$$\tilde{K}_i^+ = \frac{\tilde{S}_i}{\tilde{S}_{id}} = \left(\frac{s_i^l}{s_{id}^u}, \frac{s_i^m}{s_{id}^m}, \frac{s_i^u}{s_{id}^l}\right) \tag{50}$$

Adım 7. Bulanık birleştirilmiş matrisin $\left(\tilde{T}_i\right)$ oluşturulması

Alternatiflerin fayda derecesi puanları, 51 numaralı denklem kullanılarak toplanmaktadır (Mitrović Simić vd., 2020, s. 10).

$$\tilde{T}_i = \tilde{t}_i = \left(t_i^l, t_i^m, t_i^u\right) = \tilde{K}_i^- \oplus \tilde{K}_i^+ = \left(k_i^{-l} + k_i^{+l}, k_i^{-m} + k_i^{+m}, k_i^{-u} + k_i^{+u}\right) \tag{51}$$

Daha sonra, $\tilde{T}_i$ matrisinin elemanlarından, yeni bir bulanık sayı $\left(\tilde{D}\right)$ türetilmektedir (Bakır vd., 2021, s. 432). Bunu yaparken, sütunların maksimum değerleri kullanılmaktadır (Bakır ve Atalık, 2021, s. 134).

$$\tilde{D} = \left(d^l, d^m, d^u\right) = \max_i \tilde{t}_{ij} \tag{52}$$

Adım 8. Bulanık $\tilde{D}$ matrisinin durulaştırılması

53 numaralı denklem kullanılarak bulanık $\tilde{D}$ matrisi durulaştırılmaktadır (Mitrović Simić vd., 2020, s. 10).

$$df_{crisp} = \frac{l + 4m + u}{6} \tag{53}$$

Adım 9. Alternatiflerin fayda fonksiyonlarının belirlenmesi

df_{crisp} formülüne dayalı olarak, fayda fonksiyonları ideal $f\left(\tilde{K}_i^+\right)$ ve anti-ideal $f\left(\tilde{K}_i^-\right)$ çözümlerine göre hesaplanmaktadır (Bakır ve Atalık, 2021, s. 134).

İdeal çözüme göre fayda fonksiyonu, 54 numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır (Bakır ve Atalık, 2021, s. 134).

$$f\left(\tilde{K}_i^{+}\right)=\frac{\tilde{K}_i^{-}}{df_{crisp}}=\left(\frac{k_i^{-u}}{df_{crisp}},\frac{k_i^{-m}}{df_{crisp}},\frac{k_i^{-l}}{df_{crisp}}\right) \tag{54}$$

Anti-ideal çözüme göre fayda fonksiyonu, 55 numaralı denklemde gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır (Bakır ve Atalık, 2021, s. 134).

$$f\left(\tilde{K}_i^{-}\right)=\frac{\tilde{K}_i^{+}}{df_{crisp}}=\left(\frac{k_i^{-l}}{df_{crisp}},\frac{k_i^{-m}}{df_{crisp}},\frac{k_i^{-u}}{df_{crisp}}\right) \tag{55}$$

Adım 10. Nihai fayda fonksiyonunun hesaplanması

Bu adımda, durulaştırılmış fayda fonksiyonu $f(K_i)$ hesaplanmaktadır. Her bir alternatif için nihai fayda fonksiyon puanı, 56 numaralı denklem kullanılarak bulunmaktadır (Bakır ve Atalık, 2021, s. 134).

$$f(K_i)=\frac{K_i^{+}+K_i^{-}}{1+\frac{1-f\left(K_i^{+}\right)}{f\left(K_i^{+}\right)}+\frac{1-f\left(K_i^{-}\right)}{f\left(K_i^{-}\right)}} \tag{56}$$

Adım 11. Fayda fonksiyonlarının nihai değerlerine göre alternatiflerin sıralanması

En iyi alternatif en yüksek değere sahip olandır, en kötü alternatif ise en düşük değere sahip olandır (Puška vd., 2021, s. 6). En uygun alternatifin, en yüksek fayda fonksiyonu $f(K_i)$ olan alternatif olduğuna dikkat edilmelidir (Bakır vd., 2021, s. 433).

4. UYGULAMA

Uygulama kapsamında; imalat sektöründe kompozit pervane imalatı gerçekleştiren bir firmanın, fabrika yerinin seçilmesi amaçlanmıştır. Firmanın Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) aşamalarını nispeten tamamladığı bilinmektedir. Firma, seri üretime geçmek ve üretim kapasitesini arttırmak istediğinden dolayı daha geniş bir alana ihtiyaç duymakta ve bu nedenle fabrika kurmak istemektedir.

Firma, 2018 yılında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) teknogirişim sermaye desteği ile kompozit pervane alanında beş yıldan fazla bir süreden beri faaliyet gösteren ekibin bir araya gelmesiyle ticari hayatına İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi Teknopark'ta başlamıştır. Firma, genç ve hızlı büyüyen bir start-up şirketidir. Savunma sanayii, havacılık ve denizcilik sektöründe modern teknolojiler üretmek için kurulmuştur. Bu nedenle misyonu; yerli, milli ve yenilikçi tasarım içeren projeler yapmaktır. Firmanın Ar-Ge Merkezi, İstanbul Yıldız Teknik Üniversitesi Teknopark'ta bulunan kuluçka merkezindedir. Üretim tesisleri ise kuluçka merkezinde yer alan Ar-Ge Merkezlerindeki atölye ve Yıldız Teknopark Prototip atölyesinden oluşmaktadır. Firma, üretim tesislerinde; insansız hava araçları için karbon fiber, ahşap ve plastik malzemelerden üretilen pervaneler, havalandırma pervaneleri, tekne pervaneleri, karbon levha ve boru, 250-1500 milimetre çap aralığında hava aracı pervanesi, 1-12 kW güçlerinde tekne pervanesi ürünlerinin üretimini yapmaktadır.

Çalışma kapsamında; iki ile otuz beş yıl arasında tecrübeye sahip yüksek gemi mühendisi, yüksek mekatronik mühendisi, yüksek malzeme mühendisi, işletme yöneticisi, mimar ve endüstri mühendisi olarak görev yapan dokuz personelin bulunduğu KV grubu oluşturulmuştur. Oluşturulan KV grubu ile yüz yüze görüşmeler yapılmış ve kriterlerin açıklamaları detaylıca anlatılmıştır. Çalışma için değerlendirilecek alternatifler ise firma tarafından belirlenmiştir. Alternatifler; A1 (Bayrampaşa), A2 (Esenyurt), A3 (Gebze), A4 (İkitelli), A5 (Teknopark İstanbul), A6 (Tuzla) ve A7 (YTÜ Yıldız Teknopark) olarak tanımlanmıştır.

Tablo 7'de; KV'lerin eğitim durumu, deneyimi, mesleği ve uzmanlık alanları verilmiştir.

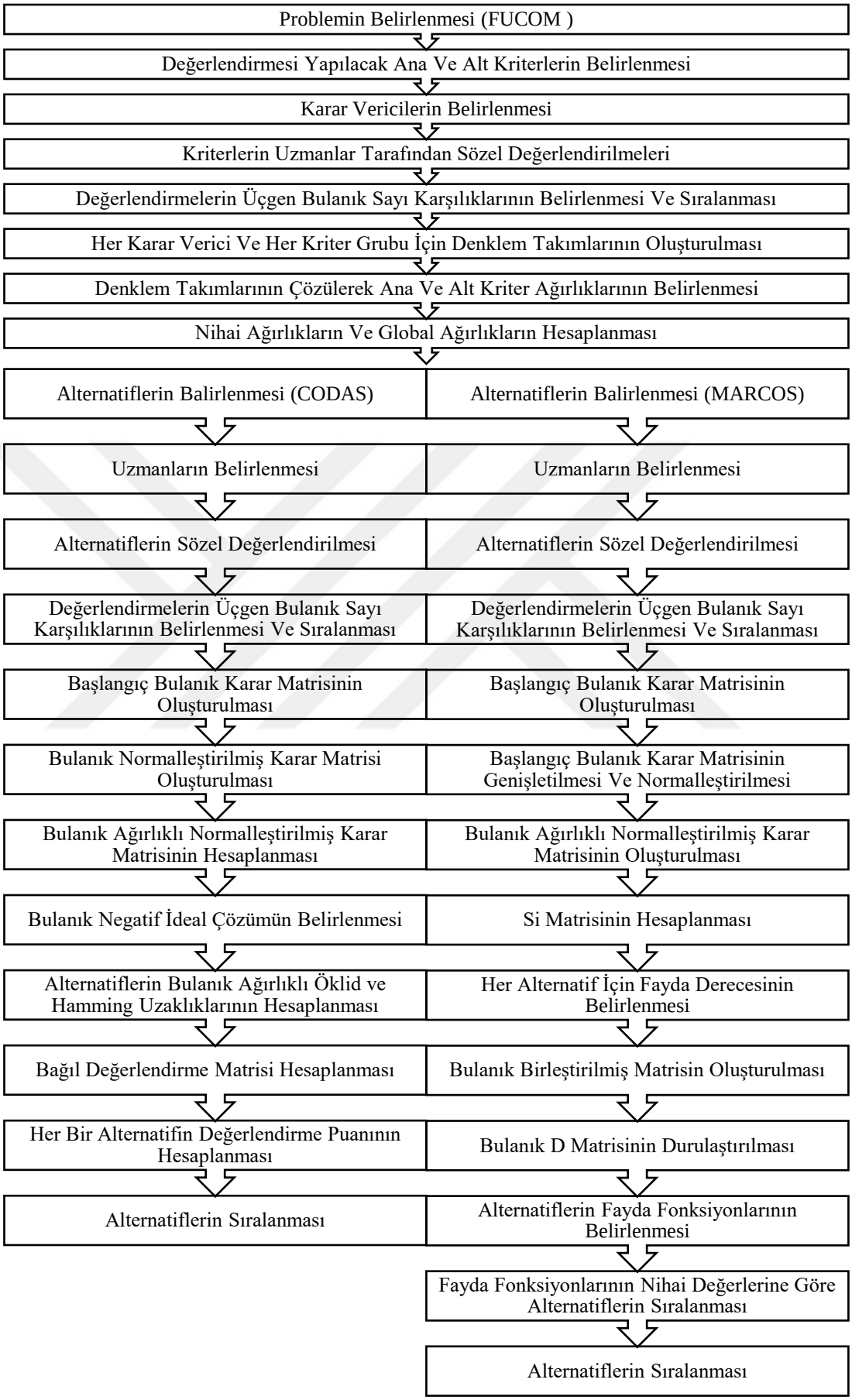
Tablo 7 KV'lere Ait Bilgiler

Karar Verici	Eğitimi	Deneyim (yıl)	Mesleği	Uzmanlık Alanı
KV_1	Lisans	2	Yüksek Gemi Mühendisi	Ürün Yaşam Döngüsü, Üretim Planlama
KV_2	Lisans	2	Mimar	Üretim Planlama, Şirket Organizasyonu, Tedarik Zinciri Yönetimi, Kalite Yönetimi
KV_3	Yüksek Lisans	6	Yüksek Gemi Mühendisi	İnsan İlişkileri, Satış, Personel Yönetimi
KV_4	Yüksek Lisans	6	Yüksek Mekatronik Mühendisi	Personel Yönetimi, Tedarik Zinciri, Ürün Yaşam Döngüsü, Üretim Planlama
KV_5	Yüksek Lisans	7	Yüksek Malzeme Mühendisi	Ürün Yaşam Döngüsü, Kalite Yönetimi, Personel Yönetimi
KV_6	Lisans	8	İşletme Yöneticisi	İnsan İlişkileri, Şirket Organizasyonu, Ürün Yaşam Döngüsü
KV_7	Yüksek Lisans	8	İşletme Yöneticisi	Üretim Planlama, Şirket Organizasyonu, İş Geliştirme
KV_8	Lisans	13	İşletme Yöneticisi	Üretim Planlama, Kalite Kontrol, Personel Yönetimi, Ürün Yaşam Döngüsü
KV_9	Lisans	35	Endüstri Mühendisi	Personel Yönetimi, Kalite Yönetimi, İnsan İlişkileri

Şekil 1'de bulanık SWARA, SWARA-CODAS ve SWARA-MARCOS yöntemlerinin metodolojisi şematik olarak sunulmuştur. Şekil 2'de ise bulanık FUCOM, FUCOM-CODAS ve FUCOM-MARCOS yöntemlerinin metodolojisi şematik olarak verilmiştir.



Şekil 1 Bulanık SWARA, SWARA-CODAS ve SWARA-MARCOS Akış Diyagramı



Şekil 2 Bulanık FUCOM, FUCOM-CODAS ve FUCOM-MARCOS Akış Diyagramı

4.1. Bulanık FUCOM Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Tespiti

Adım 1: Karar kriterlerini belirleme

Öncelikle tesis yeri seçimi probleminde kullanılan değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle literatürde tesis yeri seçimi probleminde kullanılan değerlendirme kriterleri dikkatlice incelenmiştir. Çalışmada kullanılacak kriterler Tablo 2'de görüldüğü gibi beş ana kriter ve yirmi bir alt kriter olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterler, firma için özelleştirilmiş ve kriterler sade bir şekilde tanımlanarak KV'lerin alternatifleri daha basit ve güvenilir bir şekilde değerlendirmeleri amaçlanmıştır.

Adım 2: Karar kriterlerini önem derecelerine göre sıralama

KV'lerin (KV_1, KV_2, …, KV_9) ana kriterleri (C_1, C_2, …, C_5) bulanık dilsel ifade ile değerlendirmeleri Tablo 8'de, bulanık sayı ile değerlendirmeleri ise Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_1	FI	WI	EI	VI	WI	FI	WI	WI	VI
C_2	AI	AI	FI	AI	VI	AI	FI	VI	WI
C_3	EI	FI	WI	EI	EI	EI	EI	EI	EI
C_4	VI	VI	VI	WI	AI	VI	AI	AI	AI
C_5	WI	EI	AI	FI	FI	WI	VI	FI	FI

Tablo 9 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

		KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_1	l	1,50	0,67	1,00	2,50	0,67	1,50	0,67	0,67	2,50
	m	2,00	1,00	1,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	3,00
	u	2,50	1,50	1,00	3,50	1,50	2,50	1,50	1,50	3,50
C_2	l	3,50	3,50	1,50	3,50	2,50	3,50	1,50	2,50	0,67
	m	4,00	4,00	2,00	4,00	3,00	4,00	2,00	3,00	1,00
	u	4,50	4,50	2,50	4,50	3,50	4,50	2,50	3,50	1,50
C_3	l	1,00	1,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	m	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	u	1,00	2,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

C_4	l	2,50	2,50	2,50	0,67	3,50	2,50	3,50	3,50	3,50
	m	3,00	3,00	3,00	1,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00
	u	3,50	3,50	3,50	1,50	4,50	3,50	4,50	4,50	4,50
C_5	l	0,67	1,00	3,50	1,50	1,50	0,67	2,50	1,50	1,50
	m	1,00	1,00	4,00	2,00	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00
	u	1,50	1,00	4,50	2,50	2,50	1,50	3,50	2,50	2,50

KV'lerin ana kriterleri bulanık dilsel ifade ve bulanık sayı değerleri ile değerlendirmeleri ardından, ana kriterler KV'lere göre aşağıda verildiği gibi sıralanmıştır.

$$\boldsymbol{KV}_1 = C_3 > C_5 > C_1 > C_4 > C_2$$
$$\boldsymbol{KV}_2 = C_5 > C_1 > C_3 > C_4 > C_2$$
$$\boldsymbol{KV}_3 = C_1 > C_3 > C_2 > C_4 > C_5$$
$$\boldsymbol{KV}_4 = C_3 > C_4 > C_5 > C_1 > C_2$$
$$\boldsymbol{KV}_5 = C_3 > C_1 > C_5 > C_2 > C_4$$
$$\boldsymbol{KV}_6 = C_3 > C_5 > C_1 > C_4 > C_2$$
$$\boldsymbol{KV}_7 = C_3 > C_1 > C_2 > C_5 > C_4$$
$$\boldsymbol{KV}_8 = C_3 > C_1 > C_5 > C_2 > C_4$$
$$\boldsymbol{KV}_9 = C_3 > C_2 > C_5 > C_1 > C_4$$

KV'lerin C_1 ana kriterinin alt kriterlerini (C_{11}, C_{12}, …, C_{16}) bulanık dilsel ifade ile değerlendirmeleri Tablo 10'da bulanık sayı ile değerlendirmeleri ise Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 10 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{11}	WI	WI	AI	FI	WI	WI	VI	VI	WI
C_{12}	AI	FI	WI	EI	EI	VI	EI	EI	EI
C_{13}	EI	VI	EI	AI	FI	FI	AI	AI	VI
C_{14}	WI	AI	VI	WI	FI	EI	WI	WI	FI
C_{15}	VI	VI	WI	WI	AI	VI	FI	VI	FI
C_{16}	FI	EI	FI	VI	VI	AI	WI	FI	AI

Tablo 11 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

		KV₁	**KV₂**	**KV₃**	**KV₄**	**KV₅**	**KV₆**	**KV₇**	**KV₈**	**KV₉**
C₁₁	l	0,67	0,67	3,50	1,50	0,67	0,67	2,50	2,50	0,67
	m	1,00	1,00	4,00	2,00	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00
	u	1,50	1,50	4,50	2,50	1,50	1,50	3,50	3,50	1,50
C₁₂	l	3,50	1,50	0,67	1,00	1,00	2,50	1,00	1,00	1,00
	m	4,00	2,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00
	u	4,50	2,50	1,50	1,00	1,00	3,50	1,00	1,00	1,00
C₁₃	l	1,00	2,50	1,00	3,50	1,50	1,50	3,50	3,50	2,50
	m	1,00	3,00	1,00	4,00	2,00	2,00	4,00	4,00	3,00
	u	1,00	3,50	1,00	4,50	2,50	2,50	4,50	4,50	3,50
C₁₄	l	0,67	3,50	2,50	0,67	1,50	1,00	0,67	0,67	1,50
	m	1,00	4,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
	u	1,50	4,50	3,50	1,50	2,50	1,00	1,50	1,50	2,50
C₁₅	l	2,50	2,50	0,67	0,67	3,50	2,50	1,50	2,50	1,50
	m	3,00	3,00	1,00	1,00	4,00	3,00	2,00	3,00	2,00
	u	3,50	3,50	1,50	1,50	4,50	3,50	2,50	3,50	2,50
C₁₆	l	1,50	1,00	1,50	2,50	2,50	3,50	0,67	1,50	3,50
	m	2,00	1,00	2,00	3,00	3,00	4,00	1,00	2,00	4,00
	u	2,50	1,00	2,50	3,50	3,50	4,50	1,50	2,50	4,50

KV'lerin C_1 ana kriterinin alt kriterlerini bulanık dilsel ifade ve bulanık sayı değerleri ile değerlendirmeleri ardından, C_1 ana kriterinin alt kriterleri KV'lere göre aşağıda verildiği gibi sıralanmıştır.

$$\boldsymbol{KV}_1 = C_{13} > C_{11} = C_{14} > C_{16} > C_{15} > C_{12}$$
$$\boldsymbol{KV}_2 = C_{16} > C_{11} > C_{12} > C_{13} = C_{15} > C_{14}$$
$$\boldsymbol{KV}_3 = C_{13} > C_{12} = C_{15} > C_{16} > C_{14} > C_{11}$$
$$\boldsymbol{KV}_4 = C_{12} > C_{14} = C_{15} > C_{11} > C_{16} > C_{13}$$
$$\boldsymbol{KV}_5 = C_{12} > C_{11} > C_{13} = C_{14} > C_{16} > C_{15}$$
$$\boldsymbol{KV}_6 = C_{14} > C_{11} > C_{13} > C_{12} = C_{15} > C_{16}$$
$$\boldsymbol{KV}_7 = C_{12} > C_{14} = C_{16} > C_{15} > C_{11} > C_{13}$$
$$\boldsymbol{KV}_8 = C_{12} > C_{14} > C_{16} > C_{11} = C_{15} > C_{13}$$
$$\boldsymbol{KV}_9 = C_{12} > C_{11} > C_{14} = C_{15} > C_{13} > C_{16}$$

Diğer KV'ler (KV_2, KV_3, …, KV_9) için ana kriterlerin ve alt kriterlerin bulanık dilsel ifade, bulanık sayı değerleri değerlendirmeleri ve ana kriterler ve alt kriterlerin KV'lere göre sıralanması EK-1'de verilmiştir.

Adım 3: Üçgen bulanık sayıları kullanarak kriterlerin karşılaştırılması

Tablo 12'de, KV_1'e göre en yüksek ağırlık katsayısına sahip olması beklenen kriterden en az öneme sahip olan kritere doğru yapılan sıralamanın bulanık sayı karşılıkları ve 14 numaralı denklem kullanılarak bulanık karşılaştırmalı anlamlılık değerleri verilmiştir.

Tablo 12 KV_1'e göre Sıralanmış Kriterlerin Bulanık Sayı Karşılıkları ve Karşılaştırması

		l	m	u		l	m	u
Ana Kriterler	C_3	1,000	1,000	1,000				
	C_5	0,700	1,000	1,500	$\varphi_{(C5/C3)}$=	0,667	1,000	1,500
	C_1	1,500	2,000	2,500	$\varphi_{(C1/C5)}$=	1,000	2,000	3,750
	C_4	2,500	3,000	3,500	$\varphi_{(C4/C1)}$=	1,000	1,500	2,333
	C_2	3,500	4,000	4,500	$\varphi_{(C2/C4)}$=	1,000	1,333	1,800
C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterleri	C_{13}	1,000	1,000	1,000				
	C_{11}	0,700	1,000	1,500	$\varphi_{(C11/C13)}$=	0,667	1,000	1,500
	C_{14}	0,700	1,000	1,500	$\varphi_{(C14/C11)}$=	0,444	1,000	2,250
	C_{16}	1,500	2,000	2,500	$\varphi_{(C16/C14)}$=	1,000	2,000	3,750
	C_{15}	2,500	3,000	3,500	$\varphi_{(C15/C16)}$=	1,000	1,500	2,333
	C_{12}	3,500	4,000	4,500	$\varphi_{(C12/C15)}$=	1,000	1,333	1,800
C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterleri	C_{23}	1,000	1,000	1,000				
	C_{21}	0,700	1,000	1,500	$\varphi_{(C21/C23)}$=	0,667	1,000	1,500
	C_{22}	1,500	2,000	2,500	$\varphi_{(C22/C21)}$=	1,000	2,000	3,750
C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterleri	C_{33}	1,000	1,000	1,000				
	C_{32}	0,700	1,000	1,500	$\varphi_{(C32/C33)}$=	0,667	1,000	1,500
	C_{31}	2,500	3,000	3,500	$\varphi_{(C31/C32)}$=	1,667	3,000	5,250
C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterleri	C_{42}	1,000	1,000	1,000				
	C_{41}	0,700	1,000	1,500	$\varphi_{(C41/C42)}$=	0,667	1,000	1,500
	C_{44}	1,500	2,000	2,500	$\varphi_{(C44/C41)}$=	1,000	2,000	3,750
	C_{43}	2,500	3,000	3,500	$\varphi_{(C43/C44)}$=	1,000	1,500	2,333
C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterleri	C_{53}	1,000	1,000	1,000				
	C_{55}	0,700	1,000	1,500	$\varphi_{(C55/C53)}$=	0,667	1,000	1,500
	C_{51}	1,500	2,000	2,500	$\varphi_{(C51/C55)}$=	1,000	2,000	3,750
	C_{52}	2,500	3,000	3,500	$\varphi_{(C52/C51)}$=	1,000	1,500	2,333
	C_{54}	3,500	4,000	4,500	$\varphi_{(C54/C52)}$=	1,000	1,333	1,800

Hesaplanan kriterlerin KV_1 için karşılaştırmalı önem vektörü aşağıdaki gibidir.

Φ = [(0,67 ; 1 ; 1,5), (1 ; 2 ; 3,75), (1 ; 1,5 ; 2,33), (1 ; 1,33 ; 1,8)]

Φ_{C1} = [(0,67 ; 1 ; 1,5), (0,44 ; 1 ; 2,25), (1 ; 2 ; 3,75), (1 ; 1,5 ; 2,33), (1 ; 1,33 ; 1,8)]

Φ_{C2} = [(0,67 ; 1 ; 1,5), (1 ; 2 ; 3,75)]

Φ_{C3} = [(0,67 ; 1 ; 1,5), (1,67 ; 3 ; 5,25)]

Φ_{C4} = [(0,67 ; 1 ; 1,5), (1 ; 2 ; 3,75), (1 ; 1,5 ; 2,33)]

Φ_{C5} = [(0,67 ; 1 ; 1,5), (1 ; 2 ; 3,75), (1 ; 1,5 ; 2,33), (1 ; 1,33 ; 1,8)]

Adım 4: Optimum bulanık ağırlıkların hesaplanması

Tablo 12'de verilen bulanık sayılar ve sıralama, 16 numaralı denklem yardımıyla her KV için kriterlerin karşılaştırılmalı önemi ($\varphi_{k/(k+1)}$) hesaplanmıştır. Bunun yanında matematiksel geçerlilik koşulunun sağlanması için 17 numaralı denklem kullanılarak, $\varphi_{(k)/(k+2)}$ koşul değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler, KV_1 için 13 numaralı tabloda listelenmiş ve diğer KV'ler için EK-1.9'da verilmiştir.

Tablo 13 KV_1'e göre Koşul Değerleri

Ana Kriterlerin İşlemleri	C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri	C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri
$\varphi_{C3/C5}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C13/C11}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C23/C21}=(0,67;1,00;1,50)$
$\varphi_{C5/C1}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C11/C14}=(0,44;1,00;2,25)$	$\varphi_{C21/C22}=(1,00;2,00;3,75)$
$\varphi_{C1/C4}=(1,00;1,50;2,33)$	$\varphi_{C14/C16}=(1,00;2,00;3,75)$	
$\varphi_{C4/C2}=(1,00;1,33;1,80)$	$\varphi_{C16/C12}=(1,00;1,50;2,33)$	$\varphi_{C23/C22}=(0,67;2,00;5,63)$
	$\varphi_{C15/C12}=(1,00;1,33;1,80)$	
$\varphi_{C3/C1}=(0,67;2,00;5,63)$		
$\varphi_{C5/C4}=(1,00;3,00;8,75)$	$\varphi_{C13/C14}=(0,30;1,00;3,38)$	
$\varphi_{C1/C2}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C11/C16}=(0,44;2,00;8,44)$	
	$\varphi_{C14/C15}=(1,00;3,00;8,75)$	
	$\varphi_{C16/C12}=(1,00;2,00;4,20)$	

C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri	C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri	C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri
$\varphi_{C33/C32}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C42/C41}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C53/C55}=(0,67;1,00;1,50)$
$\varphi_{C32/C31}=(1,67;3,00;5,25)$	$\varphi_{C41/C44}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C55/C51}=(1,00;2,00;3,75)$
	$\varphi_{C44/C43}=(1,00;1,50;2,33)$	$\varphi_{C51/C52}=(1,00;1,50;2,33)$
$\varphi_{C33/C31}=(1,11;3,00;7,88)$		$\varphi_{C52/C54}=(1,00;1,33;1,80)$
	$\varphi_{C42/C44}=(0,67;2,00;5,63)$	
	$\varphi_{C41/C43}=(1,00;3,00;8,75)$	$\varphi_{C53/C51}=(0,67;2,00;5,63)$
		$\varphi_{C55/C52}=(1,00;3,00;8,75)$
		$\varphi_{C51/C54}=(1,00;2,00;4,20)$

19 numaralı denklem kullanılarak her bir KV için matematiksel modeller oluşturulmuştur. Matematiksel model ile ağırlıkların belirlenmesinde, her bir KV'ye ait çözülmesi gereken çok sayıda eşitsizlik bulunmaktadır. Bu eşitsizlikler, "LINGO 18.0" programı yardımıyla çözülerek her bir KV için kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. KV_1 ana kriterler ve C_1 ana kriterinin alt kriterleri için oluşturulan denklem takımları aşağıda listelenmiştir. KV_1 C_2, C_3, C_4 ve C_5 ana kriterlerinin alt kriterleri ve KV_2- KV_9 için oluşturulan denklem takımları ise EK-1'de verilmiştir.

KV_1'in ana kriterleri için hesaplanan matematiksel ifadeler 19 numaralı denklem yardımıyla çözülmüş ve aşağıda verilen matematiksel model oluşturulmuştur.

$$MinX$$

$$\left|w_3^l-0.67w_5^u\right|\le X,\ \left|w_5^l-1.00w_1^u\right|\le X,\ \left|w_1^l-1.00w_4^u\right|\le X,\ \left|w_4^l-1.00w_2^u\right|\le X$$
$$\left|w_3^m-1.00w_5^m\right|\le X,\ \left|w_5^m-2.00w_1^m\right|\le X,\ \left|w_1^m-1.50w_4^m\right|\le X,\ \left|w_4^m-1.33w_2^m\right|\le X$$
$$\left|w_3^u-1.50w_5^l\right|\le X,\ \left|w_5^u-3.75w_1^l\right|\le X,\ \left|w_1^u-2.33w_4^l\right|\le X,\ \left|w_4^u-1.80w_2^l\right|\le X$$

$$\left|w_3^l-0.67w_1^u\right|\le X,\ \left|w_5^l-1.00w_4^u\right|\le X,\ \left|w_1^l-1.00w_2^u\right|\le X$$
$$\left|w_3^m-2.00w_1^m\right|\le X,\ \left|w_5^m-3.00w_4^m\right|\le X,\ \left|w_1^m-2.00w_2^m\right|\le X$$
$$\left|w_3^u-5.63w_1^l\right|\le X,\ \left|w_5^u-8.75w_4^l\right|\le X,\ \left|w_1^u-4.20w_2^l\right|\le X$$

$$\left(w_1^l+4w_1^m+w_1^u\right)/6+\left(w_2^l+4w_2^m+w_2^u\right)/6+\left(w_3^l+4w_3^m+w_3^u\right)/6+$$
$$\left(w_4^l+4w_4^m+w_4^u\right)/6+\left(w_5^l+4w_5^m+w_5^u\right)/6=1$$
$$w_1^l\le w_1^m\le w_1^u, w_2^l\le w_2^m\le w_2^u, w_3^l\le w_3^m\le w_3^u, w_4^l\le w_4^m\le w_4^u, w_5^l\le w_5^m\le w_5^u$$
$$0\le w_1^l,\ 0\le w_2^l,\ 0\le w_3^l,\ 0\le w_4^l,\ 0\le w_5^l,$$

KV_1'in C_1 ana kriterine ait alt kriterleri için hesaplanan matematiksel ifadeler, 19 numaralı denklem yardımıyla çözülmüş ve aşağıda verilen matematiksel model oluşturulmuştur.

$$MinX$$

$$\left|w_{13}^{l}-0.67w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-0.44w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-1.00w_{15}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{m}-1.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-1.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-2.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-1.50w_{15}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{u}-1.50w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-2.25w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-3.75w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-2.33w_{15}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{15}^{l}-1.00w_{12}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-1.33w_{12}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-1.80w_{12}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{13}^{l}-0.30w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-0.44w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-1.00w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-1.00w_{12}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{m}-1.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-3.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-2.00w_{12}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{u}-3.38w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-8.44w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-8.75w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-4.20w_{12}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

Çözüm sonucunda her bir KV için hesaplanan ağırlıklar, DMC (X) ve ortalama ağırlık değerleri 14 ve 15 numaralı tablolarda verilmiştir.

Tablo 14 Bulanık Kriter Ağırlıkları (KV_1-KV_5) ve DMC(X) Değerleri

	KV_1			**KV_2**			**KV_3**			**KV_4**			**KV_5**		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
DMC (X)	6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02		
C_1	0,073	0,166	0,166	0,194	0,336	0,336	0,172	0,352	0,352	0,045	0,132	0,134	0,194	0,336	0,336
C_2	0,054	0,106	0,106	0,054	0,106	0,106	0,073	0,166	0,166	0,054	0,106	0,106	0,045	0,132	0,134
C_3	0,172	0,352	0,352	0,073	0,166	0,166	0,194	0,336	0,336	0,172	0,352	0,352	0,172	0,352	0,352
C_4	0,045	0,132	0,134	0,045	0,132	0,134	0,045	0,132	0,134	0,194	0,336	0,336	0,054	0,106	0,106
C_5	0,194	0,336	0,336	0,172	0,352	0,352	0,054	0,106	0,106	0,073	0,166	0,166	0,073	0,166	0,166

DMC (X)	1,0665E-01			7,9474E-02			1,0665E-01			1,0665E-01			8,3819E-02		
C_{11}	0,208	0,240	0,456	0,255	0,258	0,440	0,080	0,080	0,160	0,067	0,067	0,230	0,245	0,251	0,440
C_{12}	0,080	0,080	0,160	0,096	0,096	0,218	0,208	0,240	0,456	0,214	0,262	0,418	0,234	0,274	0,451
C_{13}	0,214	0,262	0,418	0,059	0,059	0,176	0,214	0,262	0,418	0,080	0,080	0,160	0,095	0,095	0,224
C_{14}	0,155	0,155	0,357	0,101	0,101	0,170	0,053	0,053	0,173	0,208	0,240	0,456	0,084	0,084	0,268
C_{15}	0,053	0,053	0,173	0,091	0,091	0,196	0,155	0,155	0,357	0,155	0,155	0,357	0,084	0,084	0,163
C_{16}	0,067	0,067	0,230	0,225	0,272	0,462	0,067	0,067	0,230	0,053	0,053	0,173	0,079	0,079	0,168
DMC (X)	1,4798E-04			1,4798E-04			1,4798E-04			3,1527E-04			9,2342E-05		
C_{21}	0,389	0,389	0,389	0,389	0,389	0,389	0,104	0,194	0,389	0,117	0,158	0,210	0,436	0,436	0,436
C_{22}	0,104	0,194	0,389	0,104	0,194	0,389	0,389	0,389	0,389	0,210	0,210	0,210	0,065	0,109	0,187
C_{23}	0,261	0,389	0,583	0,261	0,389	0,583	0,261	0,389	0,583	0,526	0,630	0,735	0,292	0,437	0,655
DMC (X)	8,3888E-04			1,2940E-04			0,0000E+00			1,2940E-04			8,3888E-04		
C_{31}	0,080	0,140	0,252	0,116	0,181	0,272	0,095	0,143	0,204	0,407	0,543	0,679	0,080	0,140	0,252
C_{32}	0,419	0,419	0,419	0,271	0,271	0,271	0,428	0,570	0,713	0,271	0,271	0,271	0,419	0,419	0,419
C33	0,280	0,420	0,630	0,407	0,543	0,679	0,285	0,285	0,285	0,116	0,181	0,272	0,280	0,420	0,630
DMC (X)	6,7097E-02			6,9577E-02			6,9577E-02			4,8309E-02			6,7097E-02		
C_{41}	0,215	0,372	0,372	0,197	0,405	0,405	0,040	0,110	0,110	0,067	0,141	0,150	0,050	0,146	0,148
C_{42}	0,190	0,390	0,390	0,084	0,191	0,191	0,197	0,405	0,405	0,102	0,169	0,169	0,190	0,390	0,390
C_{43}	0,050	0,146	0,148	0,223	0,385	0,385	0,223	0,385	0,385	0,198	0,233	0,233	0,081	0,184	0,184
C_{44}	0,081	0,184	0,184	0,040	0,110	0,110	0,084	0,191	0,191	0,302	0,515	0,544	0,215	0,372	0,372
DMC (X)	6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02		
C_{51}	0,073	0,166	0,166	0,172	0,352	0,352	0,172	0,352	0,352	0,172	0,352	0,352	0,194	0,336	0,336
C_{52}	0,045	0,132	0,134	0,194	0,336	0,336	0,045	0,132	0,134	0,045	0,132	0,134	0,073	0,166	0,166
C_{53}	0,172	0,352	0,352	0,073	0,166	0,166	0,073	0,166	0,166	0,054	0,106	0,106	0,172	0,352	0,352
C_{54}	0,054	0,106	0,106	0,045	0,132	0,134	0,054	0,106	0,106	0,194	0,336	0,336	0,045	0,132	0,134
C_{55}	0,194	0,336	0,336	0,054	0,106	0,106	0,194	0,336	0,336	0,073	0,166	0,166	0,054	0,106	0,106

Tablo 15 Bulanık Kriter Ağırlıkları (KV_6-KV_9) ve DMC(X) Değerleri

	KV_6			**KV_7**			**KV_8**			**KV_9**			**Geometrik Ortalama**		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
DMC (X)	6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02					
C_1	0,073	0,166	0,166	0,194	0,336	0,336	0,194	0,336	0,336	0,045	0,132	0,134	0,112	0,235	0,235
C_2	0,054	0,106	0,106	0,073	0,166	0,166	0,045	0,132	0,134	0,194	0,336	0,336	0,064	0,140	0,140
C_3	0,172	0,352	0,352	0,172	0,352	0,352	0,172	0,352	0,352	0,172	0,352	0,352	0,158	0,322	0,322
C_4	0,045	0,132	0,134	0,054	0,106	0,106	0,054	0,106	0,106	0,054	0,106	0,106	0,058	0,133	0,134
C_5	0,194	0,336	0,336	0,045	0,132	0,134	0,073	0,166	0,166	0,073	0,166	0,166	0,092	0,196	0,196
DMC (X)	7,9474E-02			1,0665E-01			7,9474E-02			8,3819E-02					
C_{11}	0,255	0,258	0,440	0,053	0,053	0,173	0,059	0,059	0,176	0,245	0,251	0,440	0,134	0,137	0,299
C_{12}	0,059	0,059	0,176	0,214	0,262	0,418	0,225	0,272	0,462	0,234	0,274	0,451	0,156	0,175	0,330
C_{13}	0,096	0,096	0,218	0,080	0,080	0,160	0,101	0,101	0,170	0,079	0,079	0,168	0,103	0,107	0,218
C_{14}	0,225	0,272	0,462	0,208	0,240	0,456	0,255	0,258	0,440	0,095	0,095	0,224	0,137	0,144	0,310
C_{15}	0,091	0,091	0,196	0,067	0,067	0,230	0,091	0,091	0,196	0,084	0,084	0,268	0,092	0,092	0,228
C_{16}	0,101	0,101	0,170	0,155	0,155	0,357	0,096	0,096	0,218	0,084	0,084	0,163	0,093	0,095	0,226

DMC (X)	0,0000E+00			3,1527E-04			1,4798E-04			8,3888E-04						
C_{21}	0,428	0,570	0,713	0,117	0,158	0,210	0,104	0,194	0,389	0,419	0,419	0,419	0,229	0,291	0,371	
C_{22}	0,285	0,285	0,285	0,526	0,630	0,735	0,261	0,389	0,583	0,080	0,140	0,252	0,178	0,246	0,346	
C_{23}	0,095	0,143	0,204	0,210	0,210	0,210	0,389	0,389	0,389	0,280	0,420	0,630	0,262	0,350	0,464	
DMC (X)	1,4798E-04			1,4798E-04			1,4798E-04			1,4798E-04						
C_{31}	0,104	0,194	0,389	0,104	0,194	0,389	0,104	0,194	0,389	0,389	0,389	0,389	0,132	0,210	0,336	
C_{32}	0,261	0,389	0,583	0,261	0,389	0,583	0,389	0,389	0,389	0,104	0,194	0,389	0,291	0,353	0,427	
C_{33}	0,389	0,389	0,389	0,389	0,389	0,389	0,261	0,389	0,583	0,261	0,389	0,583	0,281	0,364	0,468	
DMC (X)	6,7097E-02			4,8309E-02			6,7097E-02			5,6563E-02						
C_{41}	0,215	0,372	0,372	0,198	0,233	0,233	0,215	0,372	0,372	0,063	0,141	0,141	0,114	0,226	0,228	
C_{42}	0,190	0,390	0,390	0,302	0,515	0,544	0,190	0,390	0,390	0,213	0,441	0,441	0,174	0,345	0,347	
C_{43}	0,050	0,146	0,148	0,102	0,169	0,169	0,081	0,184	0,184	0,257	0,388	0,388	0,118	0,228	0,228	
C_{44}	0,081	0,184	0,184	0,067	0,141	0,150	0,050	0,146	0,148	0,047	0,111	0,120	0,085	0,189	0,194	
DMC (X)	6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02			6,0575E-02						
C_{51}	0,172	0,352	0,352	0,045	0,132	0,134	0,194	0,336	0,336	0,194	0,336	0,336	0,140	0,286	0,286	
C_{52}	0,194	0,336	0,336	0,054	0,106	0,106	0,073	0,166	0,166	0,054	0,106	0,106	0,072	0,163	0,164	
C_{53}	0,054	0,106	0,106	0,194	0,336	0,336	0,172	0,352	0,352	0,172	0,352	0,352	0,111	0,227	0,227	
C_{54}	0,045	0,132	0,134	0,073	0,166	0,166	0,054	0,106	0,106	0,073	0,166	0,166	0,063	0,143	0,144	
C_{55}	0,073	0,166	0,166	0,172	0,352	0,352	0,045	0,132	0,134	0,045	0,132	0,134	0,084	0,182	0,182	

Yapılan hesaplamalar sonucunda, her KV için kriterlerin 12 numaralı denklem kullanılarak nihai ağırlıkları hesaplanmıştır. KV'lerin görüşlerini bütünleştirmek amacıyla bu ağırlıkların geometrik ortalaması alınmıştır (Fazlollahtabar vd., 2019, s. 60; Baki, 2022b, s. 20; Kılıç vd., 2022, s. 5) Bu hesaplamalar 16 numaralı tabloda verilmiştir.

Tablo 16 Bulanık FUCOM Yönteminde Nihai Kriter Ağırlıkları

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**	**Geometrik Ortalama**	**Sıralama**
C_1	0,151	0,312	0,322	0,118	0,312	0,151	0,312	0,312	0,118	0,215	2
C_2	0,097	0,097	0,151	0,097	0,118	0,097	0,151	0,118	0,312	0,127	4
C_3	0,322	0,151	0,312	0,322	0,322	0,322	0,322	0,322	0,322	0,295	1
C_4	0,118	0,118	0,118	0,312	0,097	0,118	0,097	0,097	0,097	0,121	5
C_5	0,312	0,322	0,097	0,151	0,151	0,312	0,118	0,151	0,151	0,179	3
C_{11}	0,271	0,288	0,093	0,094	0,282	0,288	0,073	0,079	0,282	0,165	3
C_{12}	0,093	0,116	0,271	0,280	0,297	0,079	0,280	0,296	0,297	0,198	1
C_{13}	0,280	0,079	0,280	0,093	0,117	0,116	0,093	0,113	0,094	0,126	4
C_{14}	0,189	0,113	0,073	0,271	0,115	0,296	0,271	0,288	0,117	0,172	2
C_{15}	0,073	0,109	0,189	0,189	0,097	0,109	0,094	0,109	0,115	0,115	6
C_{16}	0,094	0,296	0,094	0,073	0,094	0,113	0,189	0,116	0,097	0,118	5

C_{21}	0,389	0,389	0,212	0,160	0,436	0,570	0,160	0,212	0,419	0,297	2
C_{22}	0,212	0,212	0,389	0,210	0,115	0,285	0,630	0,400	0,149	0,255	3
C_{23}	0,400	0,400	0,400	0,630	0,449	0,145	0,210	0,389	0,432	0,356	1
C_{31}	0,149	0,185	0,145	0,543	0,149	0,212	0,212	0,212	0,389	0,220	3
C_{32}	0,419	0,271	0,570	0,271	0,419	0,400	0,400	0,389	0,212	0,358	2
C_{33}	0,432	0,543	0,285	0,185	0,432	0,389	0,389	0,400	0,400	0,370	1
C_{41}	0,346	0,370	0,098	0,130	0,130	0,346	0,227	0,346	0,128	0,209	3
C_{42}	0,357	0,173	0,370	0,158	0,357	0,357	0,484	0,357	0,403	0,317	1
C_{43}	0,130	0,358	0,358	0,227	0,167	0,130	0,158	0,167	0,366	0,210	2
C_{44}	0,167	0,098	0,173	0,484	0,346	0,167	0,130	0,130	0,102	0,173	4
C_{51}	0,151	0,322	0,322	0,322	0,312	0,322	0,118	0,312	0,312	0,262	1
C_{52}	0,118	0,312	0,118	0,118	0,151	0,312	0,097	0,151	0,097	0,148	4
C_{53}	0,322	0,151	0,151	0,097	0,322	0,097	0,312	0,322	0,322	0,208	2
C_{54}	0,097	0,118	0,097	0,312	0,118	0,118	0,151	0,097	0,151	0,130	5
C_{55}	0,312	0,097	0,312	0,151	0,097	0,151	0,322	0,118	0,118	0,166	3

Her KV için ağırlıklar hesaplandıktan sonra kriterlerin önem sırasının hesaplanması için alt kriter ağırlıkları ile ait oldukları ana kriter ağırlıkları çarpılarak global ağırlıklar hesaplanmıştır. Global ağırlıklar ve önem sıraları, 17 numaralı tabloda verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ise en yüksek önem ağırlığına göre kriterler şu şekilde sıralanmıştır: Yatırım maliyeti (C_{33}), işletme ve bakım maliyetleri (C_{32}), devlet teşvikleri (C_{31}), arazi genişleme potansiyeli (C_{51}) ve karbon ayak izi (C_{23}).

Tablo 17 Bulanık FUCOM Yönteminde Global Kriter Ağırlıkları ve Sıralama

Kriter	Kriter Tanımı	l	m	u	w	Sıralama
C_{11}	Enerji kaynaklarına yakınlık	0,015	0,032	0,070	0,036	11
C_{12}	Hammadde tedariklerine yakınlık	0,017	0,041	0,078	0,043	6
C_{13}	İklim	0,011	0,025	0,051	0,027	15
C_{14}	Müşterilere yakınlık	0,015	0,034	0,073	0,037	10
C_{15}	Sanayi bölgelerine yakınlık	0,010	0,021	0,054	0,025	19
C_{16}	Ulaşım ağlarına yakınlık	0,010	0,022	0,053	0,025	18
C_{21}	Gürültü kirliliği	0,015	0,041	0,052	0,038	9
C_{22}	Hava kirliliği	0,011	0,034	0,048	0,033	12
C_{23}	Karbon ayak izi	0,017	0,049	0,065	0,046	5
C_{31}	Devlet teşvikleri	0,021	0,068	0,108	0,067	3
C_{32}	İşletme ve bakım maliyetleri	0,046	0,114	0,138	0,106	2
C_{33}	Yatırım maliyeti	0,045	0,117	0,151	0,111	1
C_{41}	Çalışanlar için sosyal olanaklar	0,007	0,030	0,030	0,026	17
C_{42}	İş gücü mevcudiyeti	0,010	0,046	0,046	0,040	7
C_{43}	Topluluk yararı	0,007	0,030	0,031	0,026	16
C_{44}	Toplumsal kabul	0,005	0,025	0,026	0,022	21

C_{51}	Arazi genişleme potansiyeli	0,013	0,056	0,056	0,049	4
C_{52}	Arazi gereksinimi	0,007	0,032	0,032	0,028	14
C_{53}	Arazinin karakteristik uygunluğu	0,010	0,044	0,044	0,039	8
C_{54}	Envanter depolama kapasitesi	0,006	0,028	0,028	0,024	20
C_{55}	Trafik yoğunluğu	0,008	0,036	0,036	0,031	13

4.2. Bulanık SWARA Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Tespiti

KV'lerin ana kriterleri önem sırasına göre değerlendirmeleri Tablo 18'de; değerlendirmelerin dilsel ifadeleri ise Tablo 19'da dilsel ifadelerinin bulanık sayı karşılıkları ise Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 18 KV'lerin Ana Kriterleri Önem Sıralarına göre Değerlendirmeleri

Önem Sırası	**KV_1**	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
1	C_3	C_5	C_1	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3
2	C_5	C_1	C_3	C_4	C_1	C_5	C_1	C_1	C_2
3	C_1	C_3	C_2	C_5	C_5	C_1	C_2	C_5	C_5
4	C_4	C_4	C_4	C_1	C_2	C_4	C_5	C_2	C_1
5	C_2	C_2	C_5	C_2	C_4	C_2	C_4	C_4	C_4

Tablo 19 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	WLS	MDLS	LS	RLS	ES	RLS	RLS	MLS
WLS	MDLS	LS	RLS	MLS	WLS	MLS	MLS	MLS
MDLS	LS	RLS	MLS	DLS	MDLS	DLS	DLS	DLS
LS	RLS	MLS	DLS	ALS	LS	ALS	ALS	ALS

Tablo 20 KV'lerin Ana Kriterleri Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
-	-	-	-	-	-	-	-	-
(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)
(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)
(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)

(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)

KV'lerin C_1 ana kriterinin alt kriterlerini önem sırasına göre değerlendirmeleri Tablo 21'de; değerlendirmelerin dilsel ifadeleri Tablo 22'de, dilsel ifadelerinin bulanık sayı karşılıkları ise Tablo 23'te verilmiştir. KV'lerin C_2, C_3, C_4 ve C_5 ana kriterlerinin alt kriterlerini önem sırasına göre değerlendirmeleri, değerlendirmelerin dilsel ifadeleri ve dilsel ifadelerin bulanık sayı karşılıkları EK-2'de verilmiştir.

Tablo 21 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Önem Sıralarına göre Değerlendirmeleri

Önem Sırası	**KV_1**	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
1	C_{13}	C_{16}	C_{13}	C_{12}	C_{12}	C_{14}	C_{12}	C_{12}	C_{12}
2	C_{11}	C_{11}	C_{12}	C_{14}	C_{11}	C_{11}	C_{14}	C_{14}	C_{11}
3	C_{14}	C_{12}	C_{15}	C_{15}	C_{13}	C_{12}	C_{16}	C_{11}	C_{14}
4	C_{16}	C_{13}	C_{16}	C_{11}	C_{14}	C_{13}	C_{11}	C_{13}	C_{15}
5	C_{15}	C_{15}	C_{14}	C_{16}	C_{16}	C_{15}	C_{13}	C_{15}	C_{13}
6	C_{12}	C_{14}	C_{11}	C_{13}	C_{15}	C_{16}	C_{15}	C_{16}	C_{16}

Tablo 22 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	WLS	MDLS	LS	RLS	MLS	DLS	DLS	RLS
ES	MDLS	MDLS	LS	MLS	DLS	DLS	ALS	MLS
WLS	LS	LS	RLS	MLS	DLS	ALS	ALS	MLS
MDLS	LS	RLS	MLS	DLS	DLS	ALS	ALS	DLS
LS	RLS	MLS	DLS	ALS	ALS	ALS	ALS	ALS

Tablo 23 KV'lerin C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
-	-	-	-	-	-	-	-	-
(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)
(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)

(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)
(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)
(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)

20 numaralı denklem kullanılarak her bir kriter için karşılaştırmalı önem katsayısı ($\tilde{k}_j$) hesaplanmıştır. 21 numaralı denklem kullanılarak yeniden hesaplanan ağırlık faktörleri olan "$\tilde{q}_j$" değeri ve 22 numaralı denklem kullanılarak kriterlerin göreli önem ağırlıkları "$\tilde{w}_j$" bulunmuştur. Son olarak durulaştırılmış bulanık göreceli önem ağırlıkları, 23 numaralı denklem kullanılarak bulanık olmayan değere (net değere) "W" dönüştürülmüştür. 1 numaralı KV için ana kriter ve alt kriterler için hesaplanan ağırlıklar 24-29 numaralı tablolarda gösterilmiştir. Diğer KV'ler için ağırlık hesaplama adımları Ek-2'de verilmiştir.

Tablo 24 KV_1 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_3	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,251	0,257	0,265	0,258
C_5	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,251	0,257	0,265	0,258
C_1	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,195	0,206	0,217	0,206
C_4	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,146	0,160	0,173	0,160
C_2	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,105	0,120	0,135	0,120
							3,778	3,889	3,982				

Tablo 25 KV_1 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{13}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,201	0,205	0,209	0,205
C_{11}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,201	0,205	0,209	0,205
C_{14}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,201	0,205	0,209	0,205
C_{16}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,156	0,164	0,171	0,164
C_{15}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,117	0,127	0,137	0,127
C_{12}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,084	0,095	0,107	0,095
							4,778	4,889	4,982				

Tablo 26 KV_1 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{23}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,355	0,357	0,360	0,357
C_{21}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,355	0,357	0,360	0,357
C_{22}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,276	0,286	0,295	0,285
							2,778	2,800	2,818				

Tablo 27 KV_1 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{33}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,357	0,360	0,364	0,360
C_{32}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,357	0,360	0,364	0,360
C_{31}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,268	0,280	0,291	0,280
							2,750	2,778	2,800				

Tablo 28 KV_1 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{42}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,288	0,292	0,298	0,293
C_{41}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,288	0,292	0,298	0,293
C_{44}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,224	0,234	0,243	0,234
C_{43}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,168	0,182	0,195	0,182
							3,361	3,422	3,473				

Tablo 29 KV_1 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{53}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,251	0,257	0,265	0,258
C_{55}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,251	0,257	0,265	0,258
C_{51}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,195	0,206	0,217	0,206
C_{52}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,146	0,160	0,173	0,160
C_{54}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,105	0,120	0,135	0,120
							3,778	3,889	3,982				

Yukarıdaki tablolarda 1 numaralı KV'nin yaptığı sözel değerlendirmeler ile kriterlerin ağırlık hesaplamaları gösterilmiştir. Bu hesaplamalar bütün KV'ler için yapılmış ve ağırlık sonuçları, ana kriterler ve C_1 ana kriterinin alt kriterleri için 30 ve 31 numaralı tablolarda verilmiştir. C_2, C_3, C_4 ve C_5 ana kriterlerinin alt kriterleri için ağırlık sonuçları ise EK-2'de verilmiştir.

Tablo 30 Ana Kriterlerin Ağırlık Sonuçları

		KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
C_1	l	0,195	0,231	0,31	0,094	0,236	0,195	0,236	0,236	0,066
	m	0,206	0,248	0,327	0,125	0,273	0,206	0,273	0,273	0,106
	u	0,217	0,268	0,35	0,159	0,317	0,217	0,317	0,317	0,153
	w	0,206	0,249	0,329	0,126	0,275	0,206	0,275	0,275	0,108
C_2	l	0,105	0,083	0,166	0,047	0,071	0,105	0,142	0,071	0,219
	m	0,12	0,103	0,191	0,075	0,109	0,12	0,182	0,109	0,265
	u	0,135	0,125	0,218	0,106	0,151	0,135	0,226	0,151	0,32
	w	0,12	0,104	0,192	0,076	0,11	0,12	0,183	0,11	0,268
C_3	l	0,251	0,173	0,233	0,327	0,354	0,251	0,354	0,354	0,366
	m	0,257	0,193	0,255	0,35	0,382	0,257	0,382	0,382	0,398
	u	0,265	0,214	0,28	0,382	0,423	0,265	0,423	0,423	0,448
	w	0,258	0,194	0,256	0,353	0,386	0,258	0,386	0,386	0,404
C_4	l	0,146	0,124	0,111	0,234	0,035	0,146	0,035	0,035	0,033
	m	0,16	0,145	0,136	0,263	0,055	0,16	0,055	0,055	0,053
	u	0,173	0,167	0,163	0,297	0,075	0,173	0,075	0,075	0,076
	w	0,16	0,145	0,137	0,264	0,055	0,16	0,055	0,055	0,054
C_5	l	0,251	0,297	0,067	0,156	0,142	0,251	0,071	0,142	0,132
	m	0,257	0,31	0,091	0,188	0,182	0,257	0,109	0,182	0,177
	u	0,265	0,327	0,117	0,223	0,226	0,265	0,151	0,226	0,229
	w	0,258	0,312	0,091	0,189	0,183	0,258	0,11	0,183	0,179

Tablo 31 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlık Sonuçları

		KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
C_{11}	l	0,201	0,212	0,045	0,101	0,219	0,212	0,050	0,109	0,219
	m	0,205	0,229	0,064	0,128	0,256	0,264	0,079	0,139	0,256
	u	0,209	0,250	0,085	0,158	0,302	0,330	0,113	0,169	0,302
	w	0,205	0,230	0,065	0,129	0,259	0,269	0,081	0,139	0,259
C_{12}	l	0,084	0,159	0,210	0,296	0,328	0,106	0,400	0,436	0,328
	m	0,095	0,178	0,230	0,318	0,358	0,159	0,440	0,462	0,358
	u	0,107	0,200	0,255	0,348	0,402	0,220	0,508	0,508	0,402
	w	0,095	0,179	0,232	0,321	0,363	0,162	0,449	0,469	0,363
C_{13}	l	0,201	0,113	0,280	0,030	0,131	0,053	0,025	0,055	0,039
	m	0,205	0,134	0,296	0,051	0,170	0,095	0,040	0,069	0,068
	u	0,209	0,156	0,318	0,075	0,215	0,147	0,056	0,085	0,103
	w	0,205	0,134	0,298	0,052	0,172	0,098	0,040	0,070	0,070
C_{14}	l	0,201	0,054	0,075	0,212	0,079	0,354	0,200	0,218	0,131
	m	0,205	0,072	0,096	0,239	0,114	0,396	0,264	0,277	0,170
	u	0,209	0,091	0,119	0,271	0,154	0,462	0,339	0,339	0,215
	w	0,205	0,072	0,097	0,240	0,115	0,404	0,267	0,278	0,172
C_{15}	l	0,117	0,081	0,157	0,151	0,020	0,027	0,013	0,027	0,079
	m	0,127	0,100	0,179	0,179	0,034	0,057	0,020	0,035	0,114
	u	0,137	0,121	0,204	0,211	0,051	0,098	0,028	0,042	0,154
	w	0,127	0,101	0,180	0,180	0,035	0,060	0,020	0,035	0,115
C_{16}	l	0,156	0,272	0,112	0,060	0,039	0,013	0,100	0,014	0,020
	m	0,164	0,287	0,134	0,085	0,068	0,029	0,158	0,017	0,034
	u	0,171	0,305	0,158	0,113	0,103	0,049	0,226	0,021	0,051
	w	0,164	0,288	0,135	0,086	0,070	0,030	0,161	0,017	0,035

Yapılan hesaplamalar sonucunda; her KV için kriterlerin, 23 numaralı denklem kullanılarak nihai ağırlıkları hesaplanmıştır. KV'lerin görüşlerini bütünleştirmek amacıyla bu ağırlıkların aritmetik ortalaması alınmıştır (Ghorabaee, 2018, s. 35; Keshavarz-Ghorabaee, 2018, s. 4; Alvand vd., 2021, s. 4). Bu hesaplamalar 32 numaralı tabloda gösterilmiştir.

Tablo 32 Bulanık SWARA Yönteminde Nihai Kriter Ağırlıkları

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**	**Aritmetik Ortalama**	**Sıralama**
C_1	0,206	0,249	0,329	0,126	0,275	0,206	0,275	0,275	0,108	0,228	2
C_2	0,120	0,104	0,192	0,076	0,110	0,120	0,183	0,110	0,268	0,143	4
C_3	0,258	0,194	0,256	0,353	0,386	0,258	0,386	0,386	0,404	0,320	1
C_4	0,160	0,145	0,137	0,264	0,055	0,160	0,055	0,055	0,054	0,121	5
C_5	0,258	0,312	0,091	0,189	0,183	0,258	0,110	0,183	0,179	0,196	3
C_{11}	0,205	0,230	0,065	0,129	0,259	0,269	0,081	0,139	0,259	0,182	3
C_{12}	0,095	0,179	0,232	0,321	0,363	0,162	0,449	0,469	0,363	0,292	1
C_{13}	0,205	0,134	0,298	0,052	0,172	0,098	0,040	0,070	0,070	0,127	4
C_{14}	0,205	0,072	0,097	0,240	0,115	0,404	0,267	0,278	0,172	0,206	2
C_{15}	0,127	0,101	0,180	0,180	0,035	0,060	0,020	0,035	0,115	0,095	6
C_{16}	0,164	0,288	0,135	0,086	0,070	0,030	0,161	0,017	0,035	0,110	5
C_{21}	0,357	0,357	0,257	0,234	0,364	0,470	0,194	0,194	0,360	0,310	3
C_{22}	0,285	0,285	0,330	0,329	0,272	0,335	0,489	0,489	0,280	0,344	2
C_{23}	0,357	0,357	0,414	0,439	0,364	0,199	0,324	0,324	0,360	0,349	1
C_{31}	0,234	0,250	0,238	0,437	0,194	0,234	0,194	0,217	0,334	0,259	3
C_{32}	0,329	0,334	0,430	0,340	0,324	0,439	0,489	0,327	0,238	0,361	2
C_{33}	0,439	0,418	0,334	0,225	0,489	0,329	0,324	0,459	0,430	0,383	1
C_{41}	0,293	0,350	0,141	0,116	0,089	0,293	0,293	0,293	0,267	0,237	2
C_{42}	0,293	0,217	0,365	0,193	0,447	0,293	0,494	0,293	0,533	0,348	1
C_{43}	0,182	0,280	0,284	0,291	0,177	0,182	0,147	0,234	0,133	0,212	3
C_{44}	0,234	0,155	0,213	0,408	0,297	0,234	0,073	0,182	0,067	0,207	4
C_{51}	0,206	0,312	0,329	0,364	0,275	0,312	0,085	0,275	0,275	0,270	1
C_{52}	0,160	0,249	0,137	0,117	0,183	0,249	0,043	0,183	0,055	0,153	4
C_{53}	0,258	0,194	0,192	0,058	0,386	0,104	0,284	0,386	0,386	0,250	2
C_{54}	0,120	0,145	0,091	0,273	0,110	0,145	0,170	0,055	0,183	0,144	5
C_{55}	0,258	0,104	0,256	0,195	0,055	0,194	0,429	0,110	0,110	0,190	3

Her KV için hesaplanan ağırlıkların aritmetik ortalaması alınmış ve alt kriter ağırlıkları ile ait oldukları ana kriter ağırlıkları çarpılarak, global ağırlıklar hesaplanmıştır. Global ağırlıklar ve sıralama, 33 numaralı tabloda verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ise en yüksek önem ağırlığına göre kriterler şu şekilde sıralanmıştır: İşletme ve bakım maliyetleri (C_{32}), yatırım maliyeti (C_{33}), devlet teşvikleri (C_{31}), hammadde tedariklerine yakınlık (C_{12}) ve arazi genişleme potansiyeli (C_{51}).

Tablo 33 Bulanık SWARA Yöntemi Global Kriter Ağırlıkları ve Sıralama

Kriter	Kriter Tanımı	l	m	u	w	Sıralama
C_{11}	Enerji kaynaklarına yakınlık	0,030	0,041	0,055	0,042	12
C_{12}	Hammadde tedariklerine yakınlık	0,052	0,065	0,084	0,067	4
C_{13}	İklim	0,021	0,028	0,039	0,029	15
C_{14}	Müşterilere yakınlık	0,034	0,046	0,063	0,048	9
C_{15}	Sanayi bölgelerine yakınlık	0,015	0,021	0,030	0,022	21
C_{16}	Ulaşım ağlarına yakınlık	0,017	0,025	0,034	0,025	19
C_{21}	Gürültü kirliliği	0,032	0,044	0,058	0,045	10
C_{22}	Hava kirliliği	0,036	0,049	0,064	0,049	7
C_{23}	Karbon ayak izi	0,037	0,049	0,064	0,050	6
C_{31}	Devlet teşvikleri	0,066	0,082	0,102	0,083	3
C_{32}	İşletme ve bakım maliyetleri	0,099	0,114	0,135	0,116	2
C_{33}	Yatırım maliyeti	0,106	0,121	0,142	0,123	1
C_{41}	Çalışanlar için sosyal olanaklar	0,022	0,028	0,037	0,029	16
C_{42}	İş gücü mevcudiyeti	0,033	0,042	0,052	0,042	11
C_{43}	Topluluk yararı	0,019	0,025	0,033	0,026	18
C_{44}	Toplumsal kabul	0,019	0,025	0,032	0,025	20
C_{51}	Arazi genişleme potansiyeli	0,041	0,052	0,067	0,053	5
C_{52}	Arazi gereksinimi	0,021	0,030	0,040	0,030	14
C_{53}	Arazinin karakteristik uygunluğu	0,037	0,048	0,063	0,049	8
C_{54}	Envanter depolama kapasitesi	0,019	0,028	0,039	0,029	17
C_{55}	Trafik yoğunluğu	0,027	0,037	0,049	0,038	13

Bulanık FUCOM ve bulanık SWARA yöntemi sonucunda bulunan global ağırlıkların sıralaması, 34 numaralı tabloda verilmiştir. Aynı KV grubuna sormamıza rağmen sıralamadaki farklılıkların, dilsel ifadelerin üyelik fonksiyon değerlerinin bulanık FUCOM yönteminde beş, bulanık SWARA yönteminde sekiz adet olmasından ve iki yöntem arasındaki hesaplama aşamalarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 34 Bulanık FUCOM ve Bulanık SWARA Yöntemi Karşılaştırma

Kriter	Kriter Tanımı	Bulanık FUCOM Sıralama	Bulanık SWARA Sıralama
C_{11}	Enerji kaynaklarına yakınlık	11	12
C_{12}	Hammadde tedariklerine yakınlık	6	4
C_{13}	İklim	15	15
C_{14}	Müşterilere yakınlık	10	9
C_{15}	Sanayi bölgelerine yakınlık	19	21
C_{16}	Ulaşım ağlarına yakınlık	18	19
C_{21}	Gürültü kirliliği	9	10
C_{22}	Hava kirliliği	12	7
C_{23}	Karbon ayak izi	5	6
C_{31}	Devlet teşvikleri	3	3
C_{32}	İşletme ve bakım maliyetleri	2	2
C_{33}	Yatırım maliyeti	1	1
C_{41}	Çalışanlar için sosyal olanaklar	17	16
C_{42}	İş gücü mevcudiyeti	7	11
C_{43}	Topluluk yararı	16	18
C_{44}	Toplumsal kabul	21	20
C_{51}	Arazi genişleme potansiyeli	4	5
C_{52}	Arazi gereksinimi	14	14
C_{53}	Arazinin karakteristik uygunluğu	8	8
C_{54}	Envanter depolama kapasitesi	20	17
C_{55}	Trafik yoğunluğu	13	13

4.3. Bulanık CODAS Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

Bulanık CODAS yöntemiyle alternatiflerin sıralanmasında, dokuz KV'den altı KV'ye (KV_1, KV_2, KV_3, KV_4, KV_5, KV_6) inilmiştir. Sıralama yöntemlerinde, dokuz KV'nin hepsinin alternatifler hakkında yeterli bilgisi olmaması nedeniyle altı KV ile çalışılmıştır. Bu bölümde, altı KV tarafından sözel olarak değerlendirilen yedi alternatif yer (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7) için hesaplanan ağırlıklar da kullanılarak, bulanık CODAS yöntemi ile sıralama işlemi anlatılmıştır. Öncelikle altı KV tarafından yedi alternatif yer için verilen sözel değerlendirmeler, Tablo 5 kullanılarak dilsel ifadeleri ve bulanık sayı karşılıkları listelenmiştir. Bu listeler KV_1 için 35 numaralı tabloda gösterilmiştir. Diğer KV'ler için dilsel ifadeler ve bulanık sayı karşılıkları EK-3'te verilmiştir.

Tablo 35 KV_1 Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları

	Dilsel İfadeler							**Bulanık Sayı Karşılıkları**						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C_{11}	MP	F	G	G	VG	MG	VG	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{12}	MP	MG	VG	MG	G	MG	MG	(1,3,5)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)
C_{13}	F	F	F	F	F	F	F	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
C_{14}	MG	F	MP	F	MP	F	MG	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)
C_{15}	P	F	G	G	MG	G	F	(0,1,3)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)
C_{16}	F	MG	G	MG	MG	G	F	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)
C_{21}	MP	F	G	MG	G	VG	F	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(3,5,7)
C_{22}	MG	F	MP	F	F	MP	MG	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)
C_{23}	MG	F	MP	F	G	MP	MG	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(1,3,5)	(5,7,9)
C_{31}	MP	F	MG	F	VG	MG	VG	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{32}	F	G	VG	G	MG	VG	MG	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)
C_{33}	F	MG	G	MG	VG	G	VG	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{41}	MG	MG	F	MG	G	F	G	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{42}	G	MG	F	F	G	F	G	(7,9,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{43}	MP	F	F	F	G	F	G	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{44}	MP	F	MG	F	G	MG	G	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{51}	VP	F	MG	MP	VP	MG	VP	(0,0,1)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(0,0,1)	(5,7,9)	(0,0,1)
C_{52}	P	F	MG	MP	VP	G	VP	(0,1,3)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(0,0,1)	(7,9,10)	(0,0,1)
C_{53}	P	MP	F	F	MG	MG	MG	(0,1,3)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
C_{54}	P	F	MG	F	MP	G	MP	(0,1,3)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)	(1,3,5)
C_{55}	MP	F	MG	F	G	G	F	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)

Bu aşamadan sonra işlem fazlalığını azaltmak amacıyla bütün KV'lerin yaptığı sözel değerlendirmelerin aritmetik ortalaması alınmış ve bulanık CODAS yöntemi ile ilgili işlemlere, aritmetik ortalamayla devam edilmiştir. KV'lerin sözel değerlendirmelerinin aritmetik ortalaması, Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36 KV'lerin Sözel Değerlendirmelerinin Aritmetik Ortalaması

	A1			A2			A3			A4			A5			A6			A7		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C_{11}	3,7	5,7	7,5	3,3	5,3	7,3	6,0	7,8	9,0	6,0	7,7	8,7	4,7	6,5	8,0	5,7	7,7	9,0	5,2	6,7	8,0
C_{12}	6,7	8,3	9,2	3,5	5,3	7,0	5,7	7,5	8,8	6,0	7,8	9,2	4,7	6,5	7,8	6,0	7,8	9,2	6,3	8,0	9,0
C_{13}	3,7	5,7	7,5	2,7	4,7	6,7	2,7	4,7	6,7	2,8	4,7	6,7	3,2	5,0	6,8	2,5	4,2	5,8	3,7	5,7	7,3
C_{14}	4,3	6,2	7,8	1,3	3,0	5,0	2,8	4,5	6,3	4,0	6,0	8,0	4,3	6,2	7,7	4,0	5,8	7,5	6,0	7,7	8,8
C_{15}	4,0	5,5	6,8	2,8	4,5	6,2	4,2	6,0	7,7	6,7	8,3	9,2	3,0	5,0	7,0	4,5	6,3	7,8	3,8	5,3	6,7
C_{16}	6,7	8,5	9,5	3,0	5,0	7,0	4,7	6,7	8,2	5,7	7,7	9,3	5,3	7,2	8,7	4,0	6,0	7,8	6,7	8,2	9,0
C_{21}	2,5	4,2	5,8	3,3	5,2	6,8	6,7	8,3	9,2	4,3	6,2	7,8	7,3	8,7	9,2	6,3	7,8	8,8	6,7	8,0	8,7
C_{22}	3,7	5,5	7,2	4,0	5,8	7,5	6,0	7,8	9,0	4,3	6,2	7,8	5,3	7,2	8,7	5,7	7,3	8,7	5,7	7,5	8,8
C_{23}	4,7	6,7	8,5	4,0	6,0	7,7	4,3	6,3	8,0	4,0	6,0	7,7	6,7	8,5	9,7	5,3	7,0	8,2	5,7	7,7	9,2
C_{31}	1,3	3,0	5,0	2,3	3,8	5,7	2,2	3,5	5,3	3,0	4,7	6,5	8,3	9,5	9,8	2,8	4,2	5,8	8,3	9,5	9,8
C_{32}	5,7	7,7	9,2	6,0	7,8	9,0	6,7	8,5	9,7	7,0	8,7	9,5	6,7	8,2	9,2	7,3	8,8	9,7	6,3	8,0	9,2
C_{33}	5,3	7,2	8,5	7,3	8,8	9,7	6,7	8,3	9,5	5,3	7,2	8,5	4,8	6,3	7,5	6,3	8,2	9,5	5,3	7,0	8,2
C_{41}	3,2	5,0	6,8	1,0	2,2	4,0	2,3	4,3	6,3	3,2	5,0	7,0	7,0	8,7	9,7	3,2	4,8	6,5	6,7	8,5	9,7
C_{42}	6,3	8,0	9,0	4,0	5,8	7,5	3,7	5,7	7,7	4,3	6,2	7,8	5,7	7,7	9,2	3,0	5,0	7,0	6,3	8,2	9,3
C_{43}	1,8	3,7	5,7	1,8	3,3	5,2	3,8	5,3	6,7	3,0	5,0	6,8	5,7	7,5	8,8	6,0	7,7	8,8	5,8	7,3	8,3
C_{44}	3,0	5,0	6,8	3,7	5,7	7,3	4,0	5,8	7,5	4,3	6,2	7,7	6,7	8,3	9,3	5,0	6,8	8,3	6,0	7,8	9,0
C_{51}	2,0	3,3	5,0	4,8	6,5	8,0	5,3	7,3	8,8	2,8	4,5	6,2	2,0	3,5	5,3	5,7	7,5	8,8	1,5	2,7	4,3
C_{52}	1,8	3,7	5,7	5,3	7,2	8,7	5,0	6,8	8,3	2,0	3,7	5,5	1,2	2,5	4,3	5,7	7,5	8,8	2,8	4,3	5,8
C_{53}	4,5	6,3	7,8	5,0	7,0	8,5	6,3	8,2	9,3	4,3	6,3	8,0	6,7	8,3	9,5	7,0	8,5	9,3	6,0	7,8	9,2
C_{54}	3,0	4,5	6,2	4,3	6,3	8,0	5,2	6,8	8,3	3,0	5,0	7,0	2,5	4,3	6,2	6,3	8,2	9,5	2,0	4,0	6,0
C_{55}	2,7	4,3	6,2	3,2	5,0	6,8	5,3	7,3	9,0	3,7	5,5	7,2	6,3	8,2	9,3	5,3	7,2	8,7	5,7	7,5	9,0

KV'lerin yaptığı sözel değerlendirmenin aritmetik ortalamasının alınmasının ardından, bulanık CODAS yöntemi hesaplamaları için öncelikle başlangıç matrisi (Tablo 37) sonrasında ise 30 numaralı denklem kullanılarak bulanık normalleştirilmiş karar matrisi (Tablo 38) oluşturulmuştur.

Tablo 37 Başlangıç Matrisi

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}
Fayda Performans Kümesi	l	3,33	3,50	2,50	1,33	2,83	3,00	2,50	3,67	4,00	1,33	5,67	4,83	1,00	3,00	1,83	3,00	1,50	1,17	4,50	2,00	2,67
	m	5,33	5,33	4,17	3,00	4,50	5,00	4,17	5,50	6,00	3,00	7,67	6,33	2,17	5,00	3,33	5,00	2,67	2,50	6,33	4,00	4,33
	u	7,33	7,00	5,83	5,00	6,17	7,00	5,83	7,17	7,67	5,00	9,17	7,50	4,00	7,00	5,17	6,83	4,33	4,33	7,83	6,00	6,17
A1	l	3,67	6,67	3,67	4,33	4,00	6,67	2,50	3,67	4,67	1,33	5,67	5,33	3,17	6,33	1,83	3,00	2,00	1,83	4,50	3,00	2,67
	m	5,67	8,33	5,67	6,17	5,50	8,50	4,17	5,50	6,67	3,00	7,67	7,17	5,00	8,00	3,67	5,00	3,33	3,67	6,33	4,50	4,33
	u	7,50	9,17	7,50	7,83	6,83	9,50	5,83	7,17	8,50	5,00	9,17	8,50	6,83	9,00	5,67	6,83	5,00	5,67	7,83	6,17	6,17
A2	l	3,33	3,50	2,67	1,33	2,83	3,00	3,33	4,00	4,00	2,33	6,00	7,33	1,00	4,00	1,83	3,67	4,83	5,33	5,00	4,33	3,17
	m	5,33	5,33	4,67	3,00	4,50	5,00	5,17	5,83	6,00	3,83	7,83	8,83	2,17	5,83	3,33	5,67	6,50	7,17	7,00	6,33	5,00
	u	7,33	7,00	6,67	5,00	6,17	7,00	6,83	7,50	7,67	5,67	9,00	9,67	4,00	7,50	5,17	7,33	8,00	8,67	8,50	8,00	6,83
A3	l	6,00	5,67	2,67	2,83	4,17	4,67	6,67	6,00	4,33	2,17	6,67	6,67	2,33	3,67	3,83	4,00	5,33	5,00	6,33	5,17	5,33
	m	7,83	7,50	4,67	4,50	6,00	6,67	8,33	7,83	6,33	3,50	8,50	8,33	4,33	5,67	5,33	5,83	7,33	6,83	8,17	6,83	7,33
	u	9,00	8,83	6,67	6,33	7,67	8,17	9,17	9,00	8,00	5,33	9,67	9,50	6,33	7,67	6,67	7,50	8,83	8,33	9,33	8,33	9,00
A4	l	6,00	6,00	2,83	4,00	6,67	5,67	4,33	4,33	4,00	3,00	7,00	5,33	3,17	4,33	3,00	4,33	2,83	2,00	4,33	3,00	3,67
	m	7,67	7,83	4,67	6,00	8,33	7,67	6,17	6,17	6,00	4,67	8,67	7,17	5,00	6,17	5,00	6,17	4,50	3,67	6,33	5,00	5,50
	u	8,67	9,17	6,67	8,00	9,17	9,33	7,83	7,83	7,67	6,50	9,50	8,50	7,00	7,83	6,83	7,67	6,17	5,50	8,00	7,00	7,17
A5	l	4,67	4,67	3,17	4,33	3,00	5,33	7,33	5,33	6,67	8,33	6,67	4,83	7,00	5,67	5,67	6,67	2,00	1,17	6,67	2,50	6,33
	m	6,50	6,50	5,00	6,17	5,00	7,17	8,67	7,17	8,50	9,50	8,17	6,33	8,67	7,67	7,50	8,33	3,50	2,50	8,33	4,33	8,17
	u	8,00	7,83	6,83	7,67	7,00	8,67	9,17	8,67	9,67	9,83	9,17	7,50	9,67	9,17	8,83	9,33	5,33	4,33	9,50	6,17	9,33
A6	l	5,67	6,00	2,50	4,00	4,50	4,00	6,33	5,67	5,33	2,83	7,33	6,33	3,17	3,00	6,00	5,00	5,67	5,67	7,00	6,33	5,33
	m	7,67	7,83	4,17	5,83	6,33	6,00	7,83	7,33	7,00	4,17	8,83	8,17	4,83	5,00	7,67	6,83	7,50	7,50	8,50	8,17	7,17
	u	9,00	9,17	5,83	7,50	7,83	7,83	8,83	8,67	8,17	5,83	9,67	9,50	6,50	7,00	8,83	8,33	8,83	8,83	9,33	9,50	8,67
A7	l	5,17	6,33	3,67	6,00	3,83	6,67	6,67	5,67	5,67	8,33	6,33	5,33	6,67	6,33	5,83	6,00	1,50	2,83	6,00	2,00	5,67
	m	6,67	8,00	5,67	7,67	5,33	8,17	8,00	7,50	7,67	9,50	8,00	7,00	8,50	8,17	7,33	7,83	2,67	4,33	7,83	4,00	7,50
	u	8,00	9,00	7,33	8,83	6,67	9,00	8,67	8,83	9,17	9,83	9,17	8,17	9,67	9,33	8,33	9,00	4,33	5,83	9,17	6,00	9,00

Tablo 38 Bulanık Normalleştirilmiş Karar Matrisi

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}
A1	l	0,50	0,95	0,63	0,87	0,65	0,95	0,43	0,51	0,61	0,27	0,62	0,71	0,79	0,90	0,35	0,44	0,46	0,42	0,57	0,50	0,43
	m	0,77	1,19	0,97	1,23	0,89	1,21	0,71	0,77	0,87	0,60	0,84	0,96	1,25	1,14	0,71	0,73	0,77	0,85	0,81	0,75	0,70
	u	1,02	1,31	1,29	1,57	1,11	1,36	1,00	1,00	1,11	1,00	1,00	1,13	1,71	1,29	1,10	1,00	1,15	1,31	1,00	1,03	1,00
A2	l	0,45	0,50	0,46	0,27	0,46	0,43	0,57	0,56	0,52	0,47	0,65	0,98	0,25	0,57	0,35	0,54	1,12	1,23	0,64	0,72	0,51
	m	0,73	0,76	0,80	0,60	0,73	0,71	0,89	0,81	0,78	0,77	0,85	1,18	0,54	0,83	0,65	0,83	1,50	1,65	0,89	1,06	0,81
	u	1,00	1,00	1,14	1,00	1,00	1,00	1,17	1,05	1,00	1,13	0,98	1,29	1,00	1,07	1,00	1,07	1,85	2,00	1,09	1,33	1,11
A3	l	0,82	0,81	0,46	0,57	0,68	0,67	1,14	0,84	0,57	0,43	0,73	0,89	0,58	0,52	0,74	0,59	1,23	1,15	0,81	0,86	0,86
	m	1,07	1,07	0,80	0,90	0,97	0,95	1,43	1,09	0,83	0,70	0,93	1,11	1,08	0,81	1,03	0,85	1,69	1,58	1,04	1,14	1,19
	u	1,23	1,26	1,14	1,27	1,24	1,17	1,57	1,26	1,04	1,07	1,05	1,27	1,58	1,10	1,29	1,10	2,04	1,92	1,19	1,39	1,46
A4	l	0,82	0,86	0,49	0,80	1,08	0,81	0,74	0,60	0,52	0,60	0,76	0,71	0,79	0,62	0,58	0,63	0,65	0,46	0,55	0,50	0,59
	m	1,05	1,12	0,80	1,20	1,35	1,10	1,06	0,86	0,78	0,93	0,95	0,96	1,25	0,88	0,97	0,90	1,04	0,85	0,81	0,83	0,89
	u	1,18	1,31	1,14	1,60	1,49	1,33	1,34	1,09	1,00	1,30	1,04	1,13	1,75	1,12	1,32	1,12	1,42	1,27	1,02	1,17	1,16
A5	l	0,64	0,67	0,54	0,87	0,49	0,76	1,26	0,74	0,87	1,67	0,73	0,64	1,75	0,81	1,10	0,98	0,46	0,27	0,85	0,42	1,03
	m	0,89	0,93	0,86	1,23	0,81	1,02	1,49	1,00	1,11	1,90	0,89	0,84	2,17	1,10	1,45	1,22	0,81	0,58	1,06	0,72	1,32
	u	1,09	1,12	1,17	1,53	1,14	1,24	1,57	1,21	1,26	1,97	1,00	1,00	2,42	1,31	1,71	1,37	1,23	1,00	1,21	1,03	1,51
A6	l	0,77	0,86	0,43	0,80	0,73	0,57	1,09	0,79	0,70	0,57	0,80	0,84	0,79	0,43	1,16	0,73	1,31	1,31	0,89	1,06	0,86
	m	1,05	1,12	0,71	1,17	1,03	0,86	1,34	1,02	0,91	0,83	0,96	1,09	1,21	0,71	1,48	1,00	1,73	1,73	1,09	1,36	1,16
	u	1,23	1,31	1,00	1,50	1,27	1,12	1,51	1,21	1,07	1,17	1,05	1,27	1,63	1,00	1,71	1,22	2,04	2,04	1,19	1,58	1,41
A7	l	0,70	0,90	0,63	1,20	0,62	0,95	1,14	0,79	0,74	1,67	0,69	0,71	1,67	0,90	1,13	0,88	0,35	0,65	0,77	0,33	0,92
	m	0,91	1,14	0,97	1,53	0,86	1,17	1,37	1,05	1,00	1,90	0,87	0,93	2,13	1,17	1,42	1,15	0,62	1,00	1,00	0,67	1,22
	u	1,09	1,29	1,26	1,77	1,08	1,29	1,49	1,23	1,20	1,97	1,00	1,09	2,42	1,33	1,61	1,32	1,00	1,35	1,17	1,00	1,46

Normalleştirilmiş karar matrisinin hesaplanabilmesi için öncelikle bulanık SWARA ve bulanık FUCOM yöntemleri için ortalama ağırlıklar hesaplanmıştır. Ortalama ağırlıklar hesaplanırken, alt kriter ağırlıkları ile ait oldukları ana kriter ağırlıkları çarpılarak nihai ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu ağırlıklar Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39 Bulanık SWARA ve Bulanık FUCOM Yöntemi Ortalama Ağırlıklar

	Bulanık SWARA				**Bulanık FUCOM**		
	l	m	u		l	m	u
$\mathbf{C_{11}}$	0,030	0,041	0,055	$\mathbf{C_{11}}$	0,015	0,032	0,070
$\mathbf{C_{12}}$	0,052	0,065	0,084	$\mathbf{C_{12}}$	0,017	0,041	0,078
$\mathbf{C_{13}}$	0,021	0,028	0,039	$\mathbf{C_{13}}$	0,011	0,025	0,051
$\mathbf{C_{14}}$	0,034	0,046	0,063	$\mathbf{C_{14}}$	0,015	0,034	0,073
$\mathbf{C_{15}}$	0,015	0,021	0,030	$\mathbf{C_{15}}$	0,010	0,021	0,054
$\mathbf{C_{16}}$	0,017	0,025	0,034	$\mathbf{C_{16}}$	0,010	0,022	0,053
$\mathbf{C_{21}}$	0,032	0,044	0,058	$\mathbf{C_{21}}$	0,015	0,041	0,052
$\mathbf{C_{22}}$	0,036	0,049	0,064	$\mathbf{C_{22}}$	0,011	0,034	0,048
$\mathbf{C_{23}}$	0,037	0,049	0,064	$\mathbf{C_{23}}$	0,017	0,049	0,065
$\mathbf{C_{31}}$	0,066	0,082	0,102	$\mathbf{C_{31}}$	0,021	0,068	0,108
$\mathbf{C_{32}}$	0,099	0,114	0,135	$\mathbf{C_{32}}$	0,046	0,114	0,138
$\mathbf{C_{33}}$	0,106	0,121	0,142	$\mathbf{C_{33}}$	0,045	0,117	0,151
$\mathbf{C_{41}}$	0,022	0,028	0,037	$\mathbf{C_{41}}$	0,007	0,030	0,030
$\mathbf{C_{42}}$	0,033	0,042	0,052	$\mathbf{C_{42}}$	0,010	0,046	0,046
$\mathbf{C_{43}}$	0,019	0,025	0,033	$\mathbf{C_{43}}$	0,007	0,030	0,031
$\mathbf{C_{44}}$	0,019	0,025	0,032	$\mathbf{C_{44}}$	0,005	0,025	0,026
$\mathbf{C_{51}}$	0,041	0,052	0,067	$\mathbf{C_{51}}$	0,013	0,056	0,056
$\mathbf{C_{52}}$	0,021	0,030	0,040	$\mathbf{C_{52}}$	0,007	0,032	0,032
$\mathbf{C_{53}}$	0,037	0,048	0,063	$\mathbf{C_{53}}$	0,010	0,044	0,044
$\mathbf{C_{54}}$	0,019	0,028	0,039	$\mathbf{C_{54}}$	0,006	0,028	0,028
$\mathbf{C_{55}}$	0,027	0,037	0,049	$\mathbf{C_{55}}$	0,008	0,036	0,036

Nihai ağırlıklar hesaplandıktan sonra 33 numaralı denklem kullanılarak ağırlıklı normalleştirilmiş matrisler oluşturulmuştur. Bulanık SWARA yöntemi kullanılarak hesaplanan ağırlıklar ile oluşturulan ağırlıklı normalleştirilmiş matris Tablo 40'ta bulanık FUCOM yöntemi kullanılarak hesaplanan ağırlıklar ile oluşturulan ağırlıklı normalleştirilmiş matris ise Tablo 41'de gösterilmiştir.

Tablo 40 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (SWARA-CODAS)

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}
A1	l	0,015	0,050	0,013	0,029	0,010	0,017	0,014	0,018	0,022	0,018	0,061	0,075	0,017	0,030	0,007	0,008	0,019	0,009	0,022	0,010	0,012
	m	0,031	0,078	0,028	0,057	0,019	0,030	0,031	0,037	0,043	0,049	0,095	0,116	0,036	0,047	0,018	0,018	0,040	0,025	0,039	0,021	0,026
	u	0,056	0,110	0,050	0,098	0,033	0,046	0,058	0,064	0,071	0,102	0,135	0,161	0,063	0,067	0,036	0,032	0,077	0,053	0,063	0,040	0,049
A2	l	0,014	0,026	0,009	0,009	0,007	0,007	0,018	0,020	0,019	0,031	0,065	0,104	0,005	0,019	0,007	0,010	0,046	0,026	0,024	0,014	0,014
	m	0,030	0,050	0,023	0,028	0,016	0,018	0,039	0,040	0,039	0,063	0,098	0,143	0,015	0,035	0,016	0,021	0,078	0,049	0,043	0,029	0,030
	u	0,055	0,084	0,045	0,063	0,030	0,034	0,068	0,067	0,064	0,115	0,133	0,183	0,037	0,056	0,033	0,035	0,124	0,081	0,068	0,052	0,054
A3	l	0,025	0,042	0,009	0,019	0,010	0,012	0,037	0,030	0,021	0,029	0,072	0,094	0,013	0,017	0,014	0,011	0,051	0,025	0,030	0,016	0,024
	m	0,043	0,070	0,023	0,041	0,021	0,023	0,063	0,053	0,041	0,058	0,106	0,134	0,031	0,034	0,026	0,021	0,089	0,047	0,050	0,032	0,044
	u	0,067	0,106	0,045	0,080	0,037	0,040	0,091	0,080	0,067	0,109	0,142	0,180	0,058	0,057	0,043	0,035	0,137	0,077	0,075	0,054	0,072
A4	l	0,025	0,045	0,010	0,027	0,016	0,014	0,024	0,022	0,019	0,040	0,076	0,075	0,017	0,020	0,011	0,012	0,027	0,010	0,021	0,010	0,016
	m	0,043	0,073	0,023	0,055	0,029	0,027	0,046	0,042	0,039	0,077	0,108	0,116	0,036	0,037	0,025	0,022	0,054	0,025	0,039	0,023	0,033
	u	0,065	0,110	0,045	0,100	0,044	0,046	0,078	0,070	0,064	0,132	0,140	0,161	0,064	0,058	0,044	0,036	0,095	0,051	0,064	0,046	0,057
A5	l	0,019	0,035	0,011	0,029	0,007	0,013	0,040	0,027	0,032	0,111	0,072	0,068	0,038	0,027	0,021	0,018	0,019	0,006	0,032	0,008	0,028
	m	0,036	0,061	0,024	0,057	0,017	0,025	0,065	0,049	0,055	0,156	0,102	0,102	0,062	0,045	0,037	0,030	0,042	0,017	0,051	0,020	0,049
	u	0,060	0,094	0,046	0,096	0,034	0,042	0,091	0,077	0,081	0,200	0,135	0,142	0,088	0,068	0,057	0,044	0,082	0,040	0,076	0,040	0,074
A6	l	0,023	0,045	0,009	0,027	0,011	0,010	0,035	0,029	0,026	0,038	0,079	0,089	0,017	0,014	0,022	0,014	0,054	0,028	0,033	0,020	0,024
	m	0,043	0,073	0,020	0,054	0,022	0,021	0,059	0,050	0,045	0,068	0,110	0,132	0,034	0,030	0,038	0,025	0,091	0,051	0,052	0,038	0,043
	u	0,067	0,110	0,039	0,094	0,038	0,038	0,088	0,077	0,069	0,119	0,142	0,180	0,059	0,052	0,057	0,039	0,137	0,082	0,075	0,062	0,069
A7	l	0,021	0,047	0,013	0,041	0,009	0,017	0,037	0,029	0,027	0,111	0,068	0,075	0,036	0,030	0,021	0,016	0,014	0,014	0,029	0,006	0,025
	m	0,037	0,075	0,028	0,071	0,018	0,029	0,060	0,051	0,049	0,156	0,100	0,113	0,060	0,048	0,036	0,028	0,032	0,030	0,048	0,019	0,045
	u	0,060	0,108	0,049	0,111	0,032	0,044	0,086	0,079	0,077	0,200	0,135	0,155	0,088	0,069	0,054	0,042	0,067	0,054	0,073	0,039	0,072

Tablo 41 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (FUCOM-CODAS)

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}
A1	l	0,007	0,017	0,007	0,013	0,007	0,010	0,006	0,006	0,010	0,006	0,029	0,032	0,005	0,009	0,002	0,002	0,006	0,003	0,006	0,003	0,003
	m	0,025	0,049	0,024	0,042	0,019	0,027	0,029	0,026	0,043	0,041	0,095	0,112	0,038	0,052	0,021	0,018	0,043	0,027	0,036	0,021	0,025
	u	0,072	0,102	0,066	0,114	0,059	0,072	0,052	0,048	0,072	0,108	0,138	0,171	0,052	0,060	0,033	0,026	0,065	0,042	0,044	0,029	0,036
A2	l	0,007	0,009	0,005	0,004	0,005	0,004	0,008	0,006	0,009	0,010	0,030	0,044	0,002	0,006	0,002	0,003	0,014	0,008	0,007	0,004	0,004
	m	0,023	0,031	0,020	0,020	0,016	0,016	0,036	0,028	0,038	0,052	0,097	0,138	0,016	0,038	0,020	0,021	0,084	0,053	0,040	0,030	0,029
	u	0,070	0,078	0,058	0,073	0,054	0,053	0,061	0,051	0,065	0,123	0,135	0,194	0,030	0,050	0,031	0,028	0,104	0,064	0,048	0,038	0,040
A3	l	0,012	0,014	0,005	0,009	0,007	0,007	0,017	0,010	0,010	0,009	0,034	0,040	0,004	0,005	0,005	0,003	0,016	0,008	0,008	0,005	0,007
	m	0,034	0,044	0,020	0,030	0,021	0,021	0,058	0,038	0,040	0,047	0,105	0,130	0,033	0,037	0,031	0,021	0,095	0,050	0,046	0,032	0,042
	u	0,086	0,098	0,058	0,093	0,067	0,062	0,082	0,061	0,068	0,115	0,145	0,191	0,048	0,051	0,039	0,028	0,114	0,062	0,053	0,039	0,052
A4	l	0,012	0,015	0,006	0,012	0,011	0,008	0,011	0,007	0,009	0,013	0,035	0,032	0,005	0,006	0,004	0,003	0,008	0,003	0,006	0,003	0,005
	m	0,034	0,046	0,020	0,041	0,029	0,024	0,043	0,030	0,038	0,063	0,107	0,112	0,038	0,040	0,029	0,023	0,058	0,027	0,036	0,023	0,032
	u	0,083	0,102	0,058	0,117	0,080	0,071	0,070	0,053	0,065	0,141	0,143	0,171	0,053	0,052	0,040	0,029	0,080	0,041	0,045	0,033	0,041
A5	l	0,010	0,012	0,006	0,013	0,005	0,008	0,018	0,008	0,015	0,035	0,034	0,029	0,012	0,008	0,007	0,005	0,006	0,002	0,009	0,002	0,008
	m	0,028	0,038	0,022	0,042	0,017	0,023	0,060	0,034	0,054	0,128	0,101	0,099	0,065	0,050	0,044	0,031	0,045	0,018	0,047	0,020	0,047
	u	0,077	0,087	0,060	0,112	0,061	0,066	0,082	0,059	0,082	0,213	0,138	0,151	0,074	0,061	0,052	0,035	0,069	0,032	0,054	0,029	0,054
A6	l	0,012	0,015	0,005	0,012	0,007	0,006	0,016	0,009	0,012	0,012	0,037	0,038	0,005	0,004	0,008	0,004	0,017	0,009	0,009	0,006	0,007
	m	0,034	0,046	0,018	0,039	0,022	0,019	0,055	0,035	0,045	0,056	0,110	0,128	0,036	0,033	0,045	0,025	0,097	0,055	0,048	0,038	0,041
	u	0,086	0,102	0,051	0,110	0,068	0,059	0,079	0,059	0,069	0,126	0,145	0,191	0,050	0,046	0,052	0,032	0,114	0,065	0,053	0,045	0,050
A7	l	0,011	0,016	0,007	0,018	0,006	0,010	0,017	0,009	0,012	0,035	0,032	0,032	0,011	0,009	0,008	0,004	0,004	0,004	0,008	0,002	0,007
	m	0,029	0,047	0,024	0,052	0,019	0,026	0,056	0,036	0,049	0,128	0,099	0,110	0,064	0,053	0,043	0,029	0,034	0,032	0,044	0,019	0,043
	u	0,077	0,100	0,064	0,129	0,058	0,068	0,077	0,060	0,078	0,213	0,138	0,164	0,074	0,062	0,049	0,034	0,056	0,043	0,052	0,028	0,052

Oluşturulan bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş matris ile 35 numaralı denklem kullanılarak bulanık SWARA-CODAS ve bulanık FUCOM- CODAS için negatif ideal çözümler (Tablo 42) oluşturulmuştur.

Tablo 42 Negatif İdeal Çözüm

SWARA-CODAS				**FUCOM-CODAS**			
	l	m	u		l	m	u
C_{11}	0,014	0,030	0,055	**C_{11}**	0,007	0,023	0,070
C_{12}	0,026	0,050	0,084	**C_{12}**	0,009	0,031	0,078
C_{13}	0,009	0,020	0,039	**C_{13}**	0,005	0,018	0,051
C_{14}	0,009	0,028	0,063	**C_{14}**	0,004	0,020	0,073
C_{15}	0,007	0,016	0,030	**C_{15}**	0,005	0,016	0,054
C_{16}	0,007	0,018	0,034	**C_{16}**	0,004	0,016	0,053
C_{21}	0,014	0,031	0,058	**C_{21}**	0,006	0,029	0,052
C_{22}	0,018	0,037	0,064	**C_{22}**	0,006	0,026	0,048
C_{23}	0,019	0,039	0,064	**C_{23}**	0,009	0,038	0,065
C_{31}	0,018	0,049	0,102	**C_{31}**	0,006	0,041	0,108
C_{32}	0,061	0,095	0,135	**C_{32}**	0,029	0,095	0,138
C_{33}	0,068	0,102	0,142	**C_{33}**	0,029	0,099	0,151
C_{41}	0,005	0,015	0,037	**C_{41}**	0,002	0,016	0,030
C_{42}	0,014	0,030	0,052	**C_{42}**	0,004	0,033	0,046
C_{43}	0,007	0,016	0,033	**C_{43}**	0,002	0,020	0,031
C_{44}	0,008	0,018	0,032	**C_{44}**	0,002	0,018	0,026
C_{51}	0,014	0,032	0,067	**C_{51}**	0,004	0,034	0,056
C_{52}	0,006	0,017	0,040	**C_{52}**	0,002	0,018	0,032
C_{53}	0,021	0,039	0,064	**C_{53}**	0,006	0,036	0,045
C_{54}	0,006	0,019	0,039	**C_{54}**	0,002	0,019	0,028
C_{55}	0,012	0,026	0,049	**C_{55}**	0,003	0,025	0,036

Bulanık negatif ideal çözüm kullanılarak; alternatiflerin, bulanık ağırlıklı Öklid $\left(ED_i\right)$ ve bulanık ağırlıklı Hamming $\left(HD_i\right)$ uzaklıkları hesaplanacaktır. Öklid uzaklıkları hesaplanırken 36 numaralı denklem, Hamming uzaklıkları hesaplanırken 37 numaralı denklem kullanılmıştır. Bulanık SWARA yöntemi ağırlıkları kullanılarak hesaplanan Öklid ve Hamming uzaklıkları 43 numaralı tabloda, bulanık FUCOM yöntemi ağırlıkları kullanılarak hesaplanan Öklid ve Hamming uzaklıkları 44 numaralı tabloda gösterilmiştir.

Tablo 43 Öklid ve Hamming Uzaklıkları (SWARA)

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}	**Toplam**
A1	ED	0,002	0,026	0,008	0,029	0,003	0,012	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,014	0,020	0,017	0,002	0,000	0,008	0,009	0,001	0,002	0,000	0,157
	HD	0,002	0,026	0,007	0,029	0,003	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,013	0,019	0,017	0,002	0,000	0,008	0,008	0,001	0,002	0,000	0,153
A2	ED	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,008	0,002	0,000	0,014	0,003	0,039	0,000	0,005	0,000	0,002	0,046	0,032	0,004	0,011	0,004	0,172
	HD	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,007	0,002	0,000	0,014	0,003	0,039	0,000	0,005	0,000	0,002	0,045	0,031	0,004	0,011	0,004	0,169
A3	ED	0,013	0,020	0,003	0,014	0,005	0,005	0,030	0,015	0,002	0,009	0,010	0,032	0,016	0,004	0,009	0,003	0,056	0,030	0,011	0,013	0,018	0,318
	HD	0,013	0,020	0,003	0,014	0,005	0,005	0,030	0,015	0,002	0,009	0,010	0,032	0,015	0,004	0,009	0,003	0,055	0,029	0,011	0,013	0,018	0,312
A4	ED	0,012	0,023	0,003	0,029	0,013	0,009	0,015	0,005	0,000	0,027	0,012	0,014	0,021	0,007	0,008	0,004	0,022	0,008	0,000	0,005	0,007	0,243
	HD	0,012	0,023	0,003	0,028	0,013	0,009	0,015	0,005	0,000	0,027	0,011	0,013	0,020	0,007	0,008	0,004	0,021	0,008	0,000	0,005	0,007	0,236
A5	ED	0,006	0,010	0,005	0,028	0,002	0,007	0,032	0,011	0,016	0,101	0,007	0,000	0,045	0,015	0,020	0,012	0,011	0,000	0,012	0,001	0,022	0,363
	HD	0,006	0,010	0,004	0,028	0,002	0,007	0,032	0,011	0,015	0,101	0,006	0,000	0,044	0,015	0,020	0,011	0,010	0,000	0,012	0,001	0,022	0,359
A6	ED	0,012	0,023	0,000	0,026	0,006	0,003	0,027	0,012	0,006	0,019	0,014	0,030	0,019	0,000	0,021	0,006	0,057	0,034	0,013	0,019	0,017	0,364
	HD	0,012	0,023	0,000	0,025	0,006	0,003	0,026	0,012	0,006	0,019	0,014	0,030	0,018	0,000	0,020	0,006	0,056	0,033	0,013	0,019	0,016	0,359
A7	ED	0,007	0,024	0,007	0,042	0,003	0,010	0,027	0,013	0,011	0,101	0,005	0,010	0,044	0,018	0,019	0,010	0,000	0,012	0,009	0,000	0,019	0,390
	HD	0,007	0,024	0,007	0,041	0,003	0,010	0,027	0,013	0,011	0,101	0,004	0,010	0,043	0,018	0,019	0,010	0,000	0,012	0,009	0,000	0,018	0,387

Tablo 44 Öklid ve Hamming Uzaklıkları (FUCOM)

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}	**Toplam**
A1	ED	0,001	0,018	0,009	0,026	0,004	0,013	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,014	0,019	0,016	0,002	0,000	0,008	0,008	0,000	0,002	0,000	0,142
	HD	0,001	0,017	0,007	0,023	0,004	0,012	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,012	0,017	0,014	0,002	0,000	0,007	0,007	0,000	0,002	0,000	0,129
A2	ED	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,007	0,002	0,000	0,011	0,002	0,036	0,000	0,004	0,000	0,002	0,043	0,029	0,003	0,009	0,003	0,155
	HD	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,006	0,001	0,000	0,010	0,002	0,034	0,000	0,004	0,000	0,002	0,039	0,027	0,003	0,008	0,003	0,143
A3	ED	0,011	0,014	0,004	0,012	0,008	0,006	0,026	0,010	0,002	0,006	0,009	0,030	0,015	0,004	0,009	0,003	0,052	0,027	0,009	0,011	0,015	0,282
	HD	0,011	0,013	0,003	0,011	0,006	0,005	0,025	0,010	0,002	0,006	0,008	0,028	0,013	0,004	0,009	0,002	0,048	0,025	0,008	0,010	0,014	0,260
A4	ED	0,010	0,016	0,004	0,026	0,016	0,011	0,013	0,003	0,000	0,023	0,010	0,014	0,019	0,006	0,009	0,003	0,021	0,007	0,000	0,004	0,006	0,222
	HD	0,010	0,015	0,003	0,023	0,015	0,010	0,013	0,003	0,000	0,021	0,009	0,012	0,017	0,006	0,008	0,003	0,019	0,007	0,000	0,004	0,005	0,202
A5	ED	0,005	0,007	0,005	0,025	0,004	0,008	0,027	0,008	0,014	0,083	0,005	0,000	0,041	0,014	0,021	0,010	0,010	0,000	0,009	0,001	0,018	0,316
	HD	0,005	0,006	0,004	0,023	0,003	0,007	0,026	0,007	0,014	0,077	0,004	0,000	0,038	0,013	0,019	0,009	0,009	0,000	0,009	0,001	0,017	0,292
A6	ED	0,011	0,016	0,000	0,023	0,009	0,004	0,023	0,008	0,005	0,015	0,012	0,029	0,017	0,000	0,021	0,006	0,053	0,031	0,010	0,016	0,014	0,322
	HD	0,010	0,015	0,000	0,021	0,008	0,004	0,022	0,008	0,005	0,014	0,011	0,027	0,016	0,000	0,019	0,005	0,049	0,028	0,009	0,015	0,013	0,297
A7	ED	0,006	0,016	0,008	0,036	0,003	0,011	0,023	0,009	0,010	0,083	0,003	0,010	0,040	0,017	0,019	0,008	0,000	0,011	0,007	0,000	0,015	0,337
	HD	0,005	0,015	0,007	0,033	0,003	0,010	0,022	0,008	0,009	0,077	0,003	0,009	0,037	0,015	0,018	0,008	0,000	0,010	0,007	0,000	0,014	0,313

Son adım olarak, göreli önem matrisi hesaplanacaktır. Bu matrisin hesaplanması için 39 numaralı denklem kullanılmıştır. 39 numaralı denklemde; T(X) değeri için literatürde de sıkça kullanılan $\theta = 0.02$ olarak kabul edilip, 40 numaralı denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Ghorabaee vd., 2017, s. 9). Bu verilere göre hesaplanan T(X) değeri, 45 ve 46 numaralı tablolarda gösterilmiştir. Son olarak 39 ve 41 numaralı denklem kullanılarak; bulanık SWARA yöntemi ağırlıkları ile hesaplanan göreli önem matrisi 47 numaralı tabloda, bulanık FUCOM yöntemi ağırlıkları kullanılarak hesaplanan göreli önem matrisi ise 48 numaralı tabloda verilmiştir.

Tablo 45 T(X) Değeri Tablosu (SWARA-CODAS)

T(X)	**ED**	**0,154**	**0,173**	**0,319**	**0,242**	**0,376**	**0,367**	**0,398**
ED		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
0,154	A1	0	0	1	1	1	1	1
0,173	A2	0	0	1	1	1	1	1
0,319	A3	1	1	0	1	1	1	1
0,242	A4	1	1	1	0	1	1	1
0,376	A5	1	1	1	1	0	0	1
0,367	A6	1	1	1	1	0	0	1
0,398	A7	1	1	1	1	1	1	0

Tablo 46 T(X) Değeri Tablosu (FUCOM-CODAS)

T(X)	**ED**	**0,142**	**0,155**	**0,282**	**0,222**	**0,316**	**0,322**	**0,337**
ED		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
0,142	A1	0	0	1	1	1	1	1
0,155	A2	0	0	1	1	1	1	1
0,282	A3	1	1	0	1	1	1	1
0,222	A4	1	1	1	0	1	1	1
0,316	A5	1	1	1	1	0	0	1
0,322	A6	1	1	1	1	0	0	0
0,337	A7	1	1	1	1	1	0	0

Tablo 47 Göreli Önem Matrisi (SWARA-CODAS)

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Toplam	Sıra
A1	0,000	-0,015	-0,085	-0,052	-0,099	-0,100	-0,105	-0,457	7
A2	0,015	0,000	-0,075	-0,042	-0,090	-0,090	-0,096	-0,378	6
A3	0,085	0,075	0,000	0,033	-0,014	-0,015	-0,020	0,145	4
A4	0,052	0,042	-0,033	0,000	-0,047	-0,047	-0,053	-0,085	5
A5	0,099	0,090	0,014	0,047	0,000	0,000	-0,006	0,244	3
A6	0,100	0,090	0,015	0,047	0,000	0,000	-0,005	0,247	2
A7	0,105	0,096	0,020	0,053	0,006	0,005	0,000	0,285	1

Tablo 48 Göreli Önem Matrisi (FUCOM-CODAS)

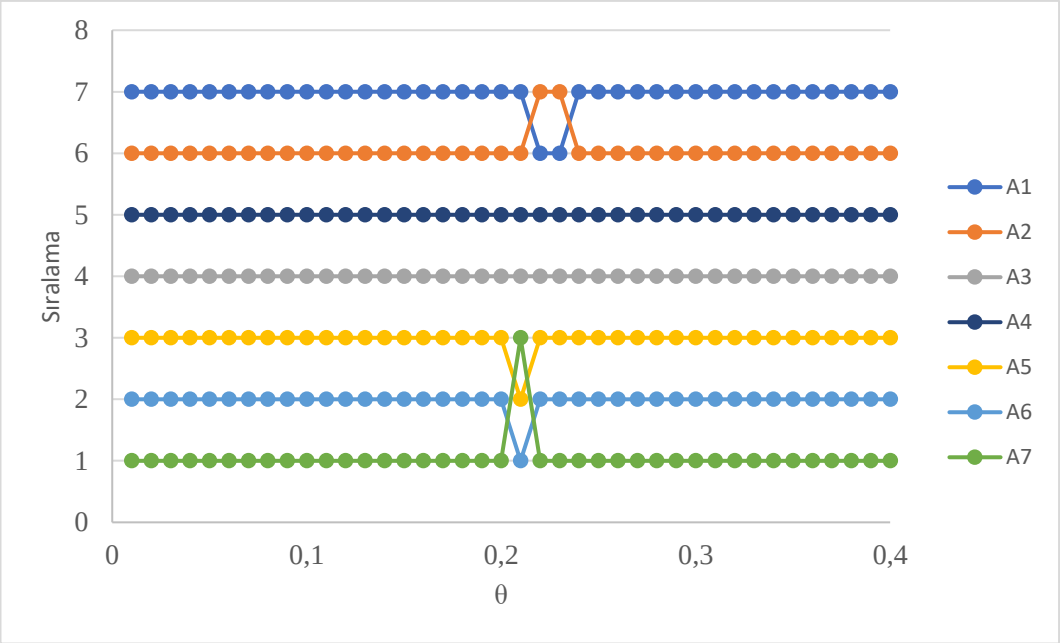
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Toplam	Sıra
A1	0,000	-0,015	-0,085	-0,053	-0,102	-0,100	-0,107	-0,462	7
A2	0,015	0,000	-0,076	-0,044	-0,092	-0,091	-0,098	-0,387	6
A3	0,085	0,076	0,000	0,032	-0,016	-0,015	-0,022	0,140	4
A4	0,053	0,044	-0,032	0,000	-0,048	-0,047	-0,053	-0,083	5
A5	0,102	0,092	0,016	0,048	0,000	0,006	-0,005	0,259	2
A6	0,100	0,091	0,015	0,047	-0,006	0,000	-0,007	0,240	3
A7	0,107	0,098	0,022	0,053	0,005	0,007	0,000	0,292	1

Bulanık CODAS/SWARA yöntemleri ile bulanık CODAS/FUCOM sonuçları; 49 numaralı tabloda, karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ise iki ağırlık yönteminde de en iyi alternatif 7 numaralı alternatif (A7) iken en kötü alternatif ise 1 numaralı alternatif (A1) olarak hesaplanmıştır.

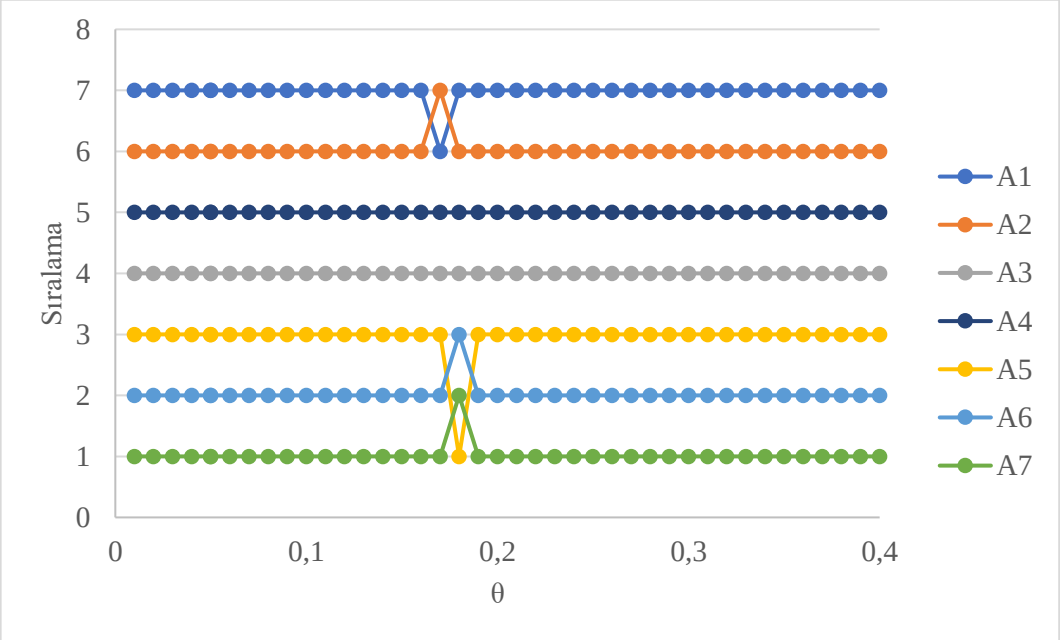
Tablo 49 Bulanık CODAS Yöntemi Sıralama Sonuçları

	CODAS	
	SWARA	**FUCOM**
A1	7	7
A2	6	6
A3	4	4
A4	5	5
A5	3	3
A6	2	2
A7	1	1

Bulanık CODAS yönteminde, 39 numaralı denklemde kullanılan θ değeri için farklı değerler kullanılarak sıralama yapılmıştır. CODAS-SWARA için farklı θ değerlerinde sıralama grafiği; 3 numaralı şekilde, CODAS-FUCOM için farklı θ değerlerinde sıralama grafiği ise 4 numaralı şekilde verilmiştir.



Şekil 3 Farklı θ Değerleri için Sıralama Grafiği (CODAS-SWARA)



Şekil 4 Farklı θ Değerleri için Sıralama Grafiği (CODAS-FUCOM)

Bulanık CODAS yönteminde, θ parametresi için literatürde de yaygın olarak kullanılan 0,02 değeri alınmıştır. Ayrıca bu parametrenin 0,01 ile 0,4 aralığında toplam kırk farklı değerinde, sıralamaların değişip değişmediği incelenmiştir. 3 ve 4 numaralı şekiller incelendiğinde sıralamaların θ parametresinin değişmesiyle büyük değişikliklere uğramadığı görülmektedir. Bu da yapılan hesaplamaların doğruluğunu kanıtlar niteliktedir.

4.4. Bulanık MARCOS Yöntemiyle Alternatiflerin Sıralanması

Bu bölümde, bulanık MARCOS yöntemi ile sıralama işlemi anlatılmıştır. Öncelikle altı KV (KV_1, KV_2, KV_3, KV_4, KV_5, KV_6) tarafından yedi alternatif (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7) yer için verilen sözel değerlendirmeler, Tablo 6 kullanılarak dilsel ifadeleri ve bulanık sayı karşılıkları listelenmiştir. Bu listeler KV_1 için 50 numaralı tabloda verilmiştir. Bulanık CODAS ve bulanık MARCOS yönteminde dilsel ifadelerin üyelik fonksiyon değerleri aynı olduğundan dolayı diğer KV'ler için listeler, bulanık CODAS yöntemindekilerle aynıdır.

Tablo 50 KV_1'in Dilsel İfadeleri ve Bulanık Sayı Karşılıkları

	Dilsel İfadeler							**Bulanık Sayı Karşılıkları**						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C_{11}	MP	F	G	G	VG	MG	VG	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{12}	MP	MG	VG	MG	G	MG	MG	(1,3,5)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)
C_{13}	F	F	F	F	F	F	F	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
C_{14}	MG	F	MP	F	MP	F	MG	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)
C_{15}	P	F	G	G	MG	G	F	(0,1,3)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)
C_{16}	F	MG	G	MG	MG	G	F	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)
C_{21}	MP	F	G	MG	G	VG	F	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(3,5,7)
C_{22}	MG	F	MP	F	F	MP	MG	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)
C_{23}	MG	F	MP	F	G	MP	MG	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(1,3,5)	(5,7,9)
C_{31}	MP	F	MG	F	VG	MG	VG	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{32}	F	G	VG	G	MG	VG	MG	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)
C_{33}	F	MG	G	MG	VG	G	VG	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{41}	MG	MG	F	MG	G	F	G	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{42}	G	MG	F	F	G	F	G	(7,9,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{43}	MP	F	F	F	G	F	G	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{44}	MP	F	MG	F	G	MG	G	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{51}	VP	F	MG	MP	VP	MG	VP	(0,0,1)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(0,0,1)	(5,7,9)	(0,0,1)
C_{52}	P	F	MG	MP	VP	G	VP	(0,1,3)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(0,0,1)	(7,9,10)	(0,0,1)
C_{53}	P	MP	F	F	MG	MG	MG	(0,1,3)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
C_{54}	P	F	MG	F	MP	G	MP	(0,1,3)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)	(1,3,5)
C_{55}	MP	F	MG	F	G	G	F	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)

KV'lerin alternatifleri sözel değerlendirmesi ardından; kriter tipine göre en çok arzu edilen ile en istenmeyen alternatifler; 43 ve 44 numaralı denklemler kullanılarak belirlenmiş ve genişletilmiş bulanık karar matrisi (Tablo 51) oluşturulmuştur. Bu matris, 45 ve 46 numaralı denklemler kullanılarak normalleştirilmiş ve bulanık karar matrisi (Tablo 52) oluşturulmuştur.

Tablo 51 Genişletilmiş Bulanık Karar Matrisi

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}
$\tilde{A}(AI)$	l	3,333	3,500	2,500	1,333	2,833	3,000	2,500	3,667	4,000	1,333	5,667	4,833	1,000	3,000	1,833	3,000	1,500	1,167	4,500	2,000	2,667
	m	5,333	5,333	4,167	3,000	4,500	5,000	4,167	5,500	6,000	3,000	7,667	6,333	2,167	5,000	3,333	5,000	2,667	2,500	6,333	4,000	4,333
	u	7,333	7,000	5,833	5,000	6,167	7,000	5,833	7,167	7,667	5,000	9,167	7,500	4,000	7,000	5,167	6,833	4,333	4,333	7,833	6,000	6,167
A1	l	3,667	6,667	3,667	4,333	4,000	6,667	2,500	3,667	4,667	1,333	5,667	5,333	3,167	6,333	1,833	3,000	2,000	1,833	4,500	3,000	2,667
	m	5,667	8,333	5,667	6,167	5,500	8,500	4,167	5,500	6,667	3,000	7,667	7,167	5,000	8,000	3,667	5,000	3,333	3,667	6,333	4,500	4,333
	u	7,500	9,167	7,500	7,833	6,833	9,500	5,833	7,167	8,500	5,000	9,167	8,500	6,833	9,000	5,667	6,833	5,000	5,667	7,833	6,167	6,167
A2	l	3,333	3,500	2,667	1,333	2,833	3,000	3,333	4,000	4,000	2,333	6,000	7,333	1,000	4,000	1,833	3,667	4,833	5,333	5,000	4,333	3,167
	m	5,333	5,333	4,667	3,000	4,500	5,000	5,167	5,833	6,000	3,833	7,833	8,833	2,167	5,833	3,333	5,667	6,500	7,167	7,000	6,333	5,000
	u	7,333	7,000	6,667	5,000	6,167	7,000	6,833	7,500	7,667	5,667	9,000	9,667	4,000	7,500	5,167	7,333	8,000	8,667	8,500	8,000	6,833
A3	l	6,000	5,667	2,667	2,833	4,167	4,667	6,667	6,000	4,333	2,167	6,667	6,667	2,333	3,667	3,833	4,000	5,333	5,000	6,333	5,167	5,333
	m	7,833	7,500	4,667	4,500	6,000	6,667	8,333	7,833	6,333	3,500	8,500	8,333	4,333	5,667	5,333	5,833	7,333	6,833	8,167	6,833	7,333
	u	9,000	8,833	6,667	6,333	7,667	8,167	9,167	9,000	8,000	5,333	9,667	9,500	6,333	7,667	6,667	7,500	8,833	8,333	9,333	8,333	9,000
A4	l	6,000	6,000	2,833	4,000	6,667	5,667	4,333	4,333	4,000	3,000	7,000	5,333	3,167	4,333	3,000	4,333	2,833	2,000	4,333	3,000	3,667
	m	7,667	7,833	4,667	6,000	8,333	7,667	6,167	6,167	6,000	4,667	8,667	7,167	5,000	6,167	5,000	6,167	4,500	3,667	6,333	5,000	5,500
	u	8,667	9,167	6,667	8,000	9,167	9,333	7,833	7,833	7,667	6,500	9,500	8,500	7,000	7,833	6,833	7,667	6,167	5,500	8,000	7,000	7,167
A5	l	4,667	4,667	3,167	4,333	3,000	5,333	7,333	5,333	6,667	8,333	6,667	4,833	7,000	5,667	5,667	6,667	2,000	1,167	6,667	2,500	6,333
	m	6,500	6,500	5,000	6,167	5,000	7,167	8,667	7,167	8,500	9,500	8,167	6,333	8,667	7,667	7,500	8,333	3,500	2,500	8,333	4,333	8,167
	u	8,000	7,833	6,833	7,667	7,000	8,667	9,167	8,667	9,667	9,833	9,167	7,500	9,667	9,167	8,833	9,333	5,333	4,333	9,500	6,167	9,333
A6	l	5,667	6,000	2,500	4,000	4,500	4,000	6,333	5,667	5,333	2,833	7,333	6,333	3,167	3,000	6,000	5,000	5,667	5,667	7,000	6,333	5,333
	m	7,667	7,833	4,167	5,833	6,333	6,000	7,833	7,333	7,000	4,167	8,833	8,167	4,833	5,000	7,667	6,833	7,500	7,500	8,500	8,167	7,167
	u	9,000	9,167	5,833	7,500	7,833	7,833	8,833	8,667	8,167	5,833	9,667	9,500	6,500	7,000	8,833	8,333	8,833	8,833	9,333	9,500	8,667
A7	l	5,167	6,333	3,667	6,000	3,833	6,667	6,667	5,667	5,667	8,333	6,333	5,333	6,667	6,333	5,833	6,000	1,500	2,833	6,000	2,000	5,667
	m	6,667	8,000	5,667	7,667	5,333	8,167	8,000	7,500	7,667	9,500	8,000	7,000	8,500	8,167	7,333	7,833	2,667	4,333	7,833	4,000	7,500
	u	8,000	9,000	7,333	8,833	6,667	9,000	8,667	8,833	9,167	9,833	9,167	8,167	9,667	9,333	8,333	9,000	4,333	5,833	9,167	6,000	9,000
$\tilde{A}(ID)$	l	6,000	6,667	3,667	6,000	6,667	6,667	7,333	6,000	6,667	8,333	7,333	7,333	7,000	6,333	6,000	6,667	5,667	5,667	7,000	6,333	6,333
	m	7,833	8,333	5,667	7,667	8,333	8,500	8,667	7,833	8,500	9,500	8,833	8,833	8,667	8,167	7,667	8,333	7,500	7,500	8,500	8,167	8,167
	u	9,000	9,167	7,500	8,833	9,167	9,500	9,167	9,000	9,667	9,833	9,667	9,667	9,667	9,333	8,833	9,333	8,833	8,833	9,333	9,500	9,333

Tablo 52 Normalleştirilmiş Başlangıç Bulanık Karar Matrisi

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}
$\tilde{A}(AI)$	l	0,370	0,382	0,333	0,151	0,309	0,316	0,273	0,407	0,414	0,136	0,586	0,500	0,103	0,321	0,208	0,321	0,170	0,132	0,482	0,211	0,286
	m	0,593	0,582	0,556	0,340	0,491	0,526	0,455	0,611	0,621	0,305	0,793	0,655	0,224	0,536	0,377	0,536	0,302	0,283	0,679	0,421	0,464
	u	0,815	0,764	0,778	0,566	0,673	0,737	0,636	0,796	0,793	0,508	0,948	0,776	0,414	0,750	0,585	0,732	0,491	0,491	0,839	0,632	0,661
A1	l	0,407	0,727	0,489	0,491	0,436	0,702	0,273	0,407	0,483	0,136	0,586	0,552	0,328	0,679	0,208	0,321	0,226	0,208	0,482	0,316	0,286
	m	0,630	0,909	0,756	0,698	0,600	0,895	0,455	0,611	0,690	0,305	0,793	0,741	0,517	0,857	0,415	0,536	0,377	0,415	0,679	0,474	0,464
	u	0,833	1,000	1,000	0,887	0,745	1,000	0,636	0,796	0,879	0,508	0,948	0,879	0,707	0,964	0,642	0,732	0,566	0,642	0,839	0,649	0,661
A2	l	0,370	0,382	0,356	0,151	0,309	0,316	0,364	0,444	0,414	0,237	0,621	0,759	0,103	0,429	0,208	0,393	0,547	0,604	0,536	0,456	0,339
	m	0,593	0,582	0,622	0,340	0,491	0,526	0,564	0,648	0,621	0,390	0,810	0,914	0,224	0,625	0,377	0,607	0,736	0,811	0,750	0,667	0,536
	u	0,815	0,764	0,889	0,566	0,673	0,737	0,745	0,833	0,793	0,576	0,931	1,000	0,414	0,804	0,585	0,786	0,906	0,981	0,911	0,842	0,732
A3	l	0,667	0,618	0,356	0,321	0,455	0,491	0,727	0,667	0,448	0,220	0,690	0,690	0,241	0,393	0,434	0,429	0,604	0,566	0,679	0,544	0,571
	m	0,870	0,818	0,622	0,509	0,655	0,702	0,909	0,870	0,655	0,356	0,879	0,862	0,448	0,607	0,604	0,625	0,830	0,774	0,875	0,719	0,786
	u	1,000	0,964	0,889	0,717	0,836	0,860	1,000	1,000	0,828	0,542	1,000	0,983	0,655	0,821	0,755	0,804	1,000	0,943	1,000	0,877	0,964
A4	l	0,667	0,655	0,378	0,453	0,727	0,596	0,473	0,481	0,414	0,305	0,724	0,552	0,328	0,464	0,340	0,464	0,321	0,226	0,464	0,316	0,393
	m	0,852	0,855	0,622	0,679	0,909	0,807	0,673	0,685	0,621	0,475	0,897	0,741	0,517	0,661	0,566	0,661	0,509	0,415	0,679	0,526	0,589
	u	0,963	1,000	0,889	0,906	1,000	0,982	0,855	0,870	0,793	0,661	0,983	0,879	0,724	0,839	0,774	0,821	0,698	0,623	0,857	0,737	0,768
A5	l	0,519	0,509	0,422	0,491	0,327	0,561	0,800	0,593	0,690	0,847	0,690	0,500	0,724	0,607	0,642	0,714	0,226	0,132	0,714	0,263	0,679
	m	0,722	0,709	0,667	0,698	0,545	0,754	0,945	0,796	0,879	0,966	0,845	0,655	0,897	0,821	0,849	0,893	0,396	0,283	0,893	0,456	0,875
	u	0,889	0,855	0,911	0,868	0,764	0,912	1,000	0,963	1,000	1,000	0,948	0,776	1,000	0,982	1,000	1,000	0,604	0,491	1,018	0,649	1,000
A6	l	0,630	0,655	0,333	0,453	0,491	0,421	0,691	0,630	0,552	0,288	0,759	0,655	0,328	0,321	0,679	0,536	0,642	0,642	0,750	0,667	0,571
	m	0,852	0,855	0,556	0,660	0,691	0,632	0,855	0,815	0,724	0,424	0,914	0,845	0,500	0,536	0,868	0,732	0,849	0,849	0,911	0,860	0,768
	u	1,000	1,000	0,778	0,849	0,855	0,825	0,964	0,963	0,845	0,593	1,000	0,983	0,672	0,750	1,000	0,893	1,000	1,000	1,000	1,000	0,929
A7	l	0,574	0,691	0,489	0,679	0,418	0,702	0,727	0,630	0,586	0,847	0,655	0,552	0,690	0,679	0,660	0,643	0,170	0,321	0,643	0,211	0,607
	m	0,741	0,873	0,756	0,868	0,582	0,860	0,873	0,833	0,793	0,966	0,828	0,724	0,879	0,875	0,830	0,839	0,302	0,491	0,839	0,421	0,804
	u	0,889	0,982	0,978	1,000	0,727	0,947	0,945	0,981	0,948	1,000	0,948	0,845	1,000	1,000	0,943	0,964	0,491	0,660	0,982	0,632	0,964
$\tilde{A}(ID)$	l	0,667	0,727	0,489	0,679	0,727	0,702	0,800	0,667	0,690	0,847	0,759	0,759	0,724	0,679	0,679	0,714	0,642	0,642	0,750	0,667	0,679
	m	0,870	0,909	0,756	0,868	0,909	0,895	0,945	0,870	0,879	0,966	0,914	0,914	0,897	0,875	0,868	0,893	0,849	0,849	0,911	0,860	0,875
	u	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Sonrasında ise bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi hesaplanacaktır. Öncelikle bulanık SWARA ve bulanık FUCOM yöntemleri için ortalama ağırlıklar hesaplanmıştır. Ortalama ağırlıklar hesaplanırken; alt kriter ağırlıkları ile ait oldukları ana kriter ağırlıkları çarpılarak, nihai ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu ağırlıklar, bulanık CODAS yönteminde Tablo 39'da verilmiştir.

Nihai ağırlıklar hesaplandıktan sonra 47 numaralı denklem kullanılarak, ağırlıklı normalleştirilmiş matrisler oluşturulmuştur. Bulanık SWARA yöntemi kullanılarak hesaplanan ağırlıklar ile oluşturulan ağırlıklı normalleştirilmiş matris Tablo 53'te, bulanık FUCOM yöntemi kullanılarak hesaplanan ağırlıklar ile oluşturulan ağırlıklı normalleştirilmiş matris Tablo 54'te gösterilmiştir.

Tablo 53 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (SWARA-MARCOS)

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}	S_i
$\tilde{A}(AI)$	l	0,011	0,020	0,007	0,005	0,005	0,006	0,009	0,015	0,015	0,009	0,058	0,053	0,002	0,011	0,004	0,006	0,007	0,003	0,018	0,004	0,008	0,274
	m	0,024	0,038	0,016	0,016	0,010	0,013	0,020	0,030	0,031	0,025	0,091	0,079	0,006	0,022	0,010	0,013	0,016	0,008	0,033	0,012	0,017	0,529
	u	0,045	0,064	0,030	0,036	0,020	0,025	0,037	0,051	0,051	0,052	0,128	0,110	0,015	0,039	0,019	0,024	0,033	0,020	0,053	0,025	0,032	0,909
A1	l	0,012	0,038	0,010	0,017	0,007	0,012	0,009	0,015	0,018	0,009	0,058	0,058	0,007	0,022	0,004	0,006	0,009	0,004	0,018	0,006	0,008	0,348
	m	0,026	0,059	0,021	0,032	0,013	0,022	0,020	0,030	0,034	0,025	0,091	0,090	0,015	0,036	0,011	0,013	0,020	0,012	0,033	0,013	0,017	0,631
	u	0,046	0,084	0,039	0,056	0,022	0,034	0,037	0,051	0,057	0,052	0,128	0,125	0,026	0,050	0,021	0,024	0,038	0,026	0,053	0,025	0,032	1,025
A2	l	0,011	0,020	0,007	0,005	0,005	0,006	0,012	0,016	0,015	0,016	0,061	0,080	0,002	0,014	0,004	0,007	0,022	0,013	0,020	0,009	0,009	0,355
	m	0,024	0,038	0,018	0,016	0,010	0,013	0,025	0,031	0,031	0,032	0,092	0,111	0,006	0,026	0,010	0,015	0,038	0,024	0,036	0,019	0,020	0,634
	u	0,045	0,064	0,035	0,036	0,020	0,025	0,043	0,053	0,051	0,059	0,126	0,142	0,015	0,042	0,019	0,025	0,061	0,040	0,057	0,033	0,036	1,026
A3	l	0,020	0,032	0,007	0,011	0,007	0,009	0,023	0,024	0,016	0,015	0,068	0,073	0,005	0,013	0,008	0,008	0,025	0,012	0,025	0,010	0,016	0,429
	m	0,035	0,053	0,018	0,023	0,014	0,017	0,040	0,042	0,032	0,029	0,100	0,104	0,013	0,025	0,015	0,015	0,043	0,023	0,042	0,020	0,029	0,736
	u	0,055	0,081	0,035	0,045	0,025	0,029	0,058	0,064	0,053	0,055	0,135	0,140	0,024	0,043	0,025	0,026	0,067	0,038	0,063	0,034	0,047	1,142
A4	l	0,020	0,034	0,008	0,015	0,011	0,010	0,015	0,017	0,015	0,020	0,072	0,058	0,007	0,015	0,006	0,009	0,013	0,005	0,017	0,006	0,011	0,387
	m	0,035	0,056	0,018	0,031	0,019	0,020	0,029	0,033	0,031	0,039	0,102	0,090	0,015	0,027	0,014	0,016	0,027	0,012	0,033	0,015	0,022	0,684
	u	0,053	0,084	0,035	0,057	0,030	0,034	0,050	0,055	0,051	0,067	0,133	0,125	0,026	0,044	0,026	0,026	0,047	0,025	0,054	0,029	0,038	1,088
A5	l	0,016	0,027	0,009	0,017	0,005	0,010	0,026	0,021	0,025	0,056	0,068	0,053	0,016	0,020	0,012	0,013	0,009	0,003	0,027	0,005	0,019	0,456
	m	0,029	0,046	0,019	0,032	0,012	0,019	0,041	0,039	0,043	0,079	0,096	0,079	0,025	0,034	0,022	0,022	0,021	0,008	0,043	0,013	0,032	0,756
	u	0,049	0,072	0,035	0,054	0,023	0,031	0,058	0,061	0,064	0,102	0,128	0,110	0,037	0,051	0,033	0,032	0,040	0,020	0,064	0,025	0,049	1,140
A6	l	0,019	0,034	0,007	0,015	0,007	0,007	0,022	0,023	0,020	0,019	0,075	0,069	0,007	0,011	0,013	0,010	0,026	0,014	0,028	0,013	0,016	0,456
	m	0,035	0,056	0,016	0,030	0,015	0,016	0,037	0,040	0,036	0,035	0,104	0,102	0,014	0,022	0,022	0,018	0,044	0,025	0,044	0,024	0,028	0,763
	u	0,055	0,084	0,030	0,053	0,026	0,028	0,056	0,061	0,054	0,060	0,135	0,140	0,025	0,039	0,033	0,029	0,067	0,040	0,063	0,039	0,046	1,164
A7	l	0,017	0,036	0,010	0,023	0,006	0,012	0,023	0,023	0,022	0,056	0,065	0,058	0,015	0,022	0,013	0,012	0,007	0,007	0,024	0,004	0,017	0,473
	m	0,030	0,057	0,021	0,040	0,012	0,021	0,038	0,040	0,039	0,079	0,094	0,088	0,025	0,036	0,021	0,021	0,016	0,015	0,040	0,012	0,030	0,776
	u	0,049	0,083	0,038	0,063	0,022	0,032	0,055	0,063	0,061	0,102	0,128	0,120	0,037	0,052	0,031	0,031	0,033	0,027	0,062	0,025	0,047	1,159
$\tilde{A}(ID)$	l	0,020	0,038	0,010	0,023	0,011	0,012	0,026	0,024	0,025	0,056	0,075	0,080	0,016	0,022	0,013	0,013	0,026	0,014	0,028	0,013	0,019	0,565
	m	0,035	0,059	0,021	0,040	0,019	0,022	0,041	0,042	0,043	0,079	0,104	0,111	0,025	0,036	0,022	0,022	0,044	0,025	0,044	0,024	0,032	0,894
	u	0,055	0,084	0,039	0,063	0,030	0,034	0,058	0,064	0,064	0,102	0,135	0,142	0,037	0,052	0,033	0,032	0,067	0,040	0,063	0,039	0,049	1,282

Tablo 54 Bulanık Ağırlıklı Normalleştirilmiş Matris (FUCOM-MARCOS)

		C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}	S_i
$\tilde{A}(AI)$	l	0,006	0,007	0,004	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,007	0,003	0,027	0,022	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,005	0,001	0,002	0,111
	m	0,019	0,024	0,014	0,011	0,011	0,012	0,018	0,021	0,030	0,021	0,090	0,077	0,007	0,025	0,011	0,013	0,017	0,009	0,030	0,012	0,016	0,489
	u	0,057	0,059	0,040	0,041	0,036	0,039	0,033	0,039	0,052	0,055	0,131	0,117	0,013	0,035	0,018	0,019	0,028	0,016	0,037	0,018	0,024	0,905
A1	l	0,006	0,013	0,006	0,007	0,004	0,007	0,004	0,005	0,008	0,003	0,027	0,025	0,002	0,007	0,001	0,002	0,003	0,001	0,005	0,002	0,002	0,140
	m	0,020	0,037	0,019	0,024	0,013	0,020	0,018	0,021	0,034	0,021	0,090	0,087	0,016	0,039	0,013	0,013	0,021	0,013	0,030	0,013	0,016	0,579
	u	0,059	0,078	0,051	0,065	0,040	0,053	0,033	0,039	0,057	0,055	0,131	0,133	0,022	0,045	0,020	0,019	0,032	0,021	0,037	0,018	0,024	1,029
A2	l	0,006	0,007	0,004	0,002	0,003	0,003	0,005	0,005	0,007	0,005	0,029	0,034	0,001	0,004	0,001	0,002	0,007	0,004	0,005	0,003	0,003	0,140
	m	0,019	0,024	0,016	0,011	0,011	0,012	0,023	0,022	0,030	0,026	0,092	0,107	0,007	0,029	0,011	0,015	0,041	0,026	0,033	0,019	0,019	0,594
	u	0,057	0,059	0,045	0,041	0,036	0,039	0,039	0,040	0,052	0,062	0,128	0,151	0,013	0,037	0,018	0,020	0,051	0,031	0,041	0,024	0,026	1,011
A3	l	0,010	0,011	0,004	0,005	0,005	0,005	0,011	0,008	0,008	0,005	0,032	0,031	0,002	0,004	0,003	0,002	0,008	0,004	0,007	0,003	0,004	0,169
	m	0,028	0,034	0,016	0,017	0,014	0,016	0,037	0,030	0,032	0,024	0,100	0,101	0,013	0,028	0,018	0,016	0,046	0,025	0,039	0,020	0,028	0,682
	u	0,070	0,075	0,045	0,052	0,045	0,046	0,052	0,048	0,054	0,059	0,138	0,148	0,020	0,038	0,023	0,021	0,056	0,030	0,044	0,025	0,034	1,124
A4	l	0,010	0,011	0,004	0,007	0,007	0,006	0,007	0,005	0,007	0,006	0,033	0,025	0,002	0,005	0,002	0,002	0,004	0,002	0,005	0,002	0,003	0,157
	m	0,027	0,035	0,016	0,023	0,020	0,018	0,027	0,024	0,030	0,032	0,102	0,087	0,016	0,030	0,017	0,017	0,029	0,013	0,030	0,015	0,021	0,628
	u	0,068	0,078	0,045	0,066	0,054	0,052	0,044	0,042	0,052	0,072	0,135	0,133	0,022	0,039	0,024	0,021	0,039	0,020	0,038	0,021	0,027	1,092
A5	l	0,008	0,009	0,005	0,007	0,003	0,006	0,012	0,007	0,012	0,018	0,032	0,022	0,005	0,006	0,004	0,003	0,003	0,001	0,007	0,002	0,005	0,177
	m	0,023	0,029	0,017	0,024	0,012	0,017	0,038	0,027	0,043	0,065	0,096	0,077	0,027	0,038	0,026	0,022	0,022	0,009	0,040	0,013	0,031	0,696
	u	0,063	0,066	0,047	0,063	0,041	0,048	0,052	0,047	0,065	0,108	0,131	0,117	0,030	0,046	0,031	0,026	0,034	0,016	0,045	0,018	0,036	1,129
A6	l	0,009	0,011	0,004	0,007	0,005	0,004	0,010	0,007	0,009	0,006	0,035	0,029	0,002	0,003	0,005	0,003	0,008	0,004	0,008	0,004	0,004	0,179
	m	0,027	0,035	0,014	0,022	0,015	0,014	0,035	0,028	0,035	0,029	0,104	0,099	0,015	0,025	0,026	0,018	0,048	0,027	0,040	0,024	0,027	0,708
	u	0,070	0,078	0,040	0,062	0,046	0,044	0,050	0,047	0,055	0,064	0,138	0,148	0,020	0,035	0,031	0,023	0,056	0,032	0,044	0,028	0,033	1,144
A7	l	0,009	0,012	0,006	0,010	0,004	0,007	0,011	0,007	0,010	0,018	0,030	0,025	0,005	0,007	0,004	0,003	0,002	0,002	0,007	0,001	0,005	0,184
	m	0,024	0,036	0,019	0,029	0,012	0,019	0,035	0,029	0,039	0,065	0,094	0,085	0,026	0,040	0,025	0,021	0,017	0,016	0,037	0,012	0,029	0,710
	u	0,063	0,076	0,050	0,073	0,039	0,050	0,049	0,048	0,062	0,108	0,131	0,127	0,030	0,046	0,029	0,025	0,028	0,021	0,044	0,018	0,034	1,151
$\tilde{A}(ID)$	l	0,010	0,013	0,006	0,010	0,007	0,007	0,012	0,008	0,012	0,018	0,035	0,034	0,005	0,007	0,005	0,003	0,008	0,004	0,008	0,004	0,005	0,220
	m	0,028	0,037	0,019	0,029	0,020	0,020	0,038	0,030	0,043	0,065	0,104	0,107	0,027	0,040	0,026	0,022	0,048	0,027	0,040	0,024	0,031	0,827
	u	0,070	0,078	0,051	0,073	0,054	0,053	0,052	0,048	0,065	0,108	0,138	0,151	0,030	0,046	0,031	0,026	0,056	0,032	0,044	0,028	0,036	1,271

Bulanık ağırlıklı normalleştirilmiş matris elemanları, 48 numaralı denklem kullanılarak toplanmaktadır. Bu işlem 54 ve 55 numaralı tabloların, "Si" sütununu oluşturmaktadır. Sonrasında ise ideal ve ideal olmayan çözümler ile 49 ve 50 numaralı denklemler kullanılarak, fayda dereceleri hesaplanmıştır. Bu işlem, 56 ve 57 numaralı tabloların $\tilde{K}_i^-$ ve $\tilde{K}_i^+$ sütununu oluşturmaktadır. Bu işlemlerden sonrasında da alternatiflerin fayda derecesi puanları, 51 numaralı denklem ile $\tilde{T}_i$ matrisi hesaplanmaktadır. Bu matris ve 52 numaralı denklem kullanılarak, $\tilde{D}$ bulanık sayısı türetilir ve bu sayı 53 numaralı denklem kullanılarak durulaştırılır.

Son olarak 54 ve 55 numaralı denklemler ile ideal ve anti ideal fayda fonksiyonları türetilir ve 56 numaralı denklem kullanılarak nihai fayda fonksiyonu hesaplanır. Bu işlemler 56 ve 57 numaralı tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 55 En İyi Alternatifin Hesaplanması (SWARA-MARCOS)

		Si	K-	K+	T	f(K+)	f(K-)	K-	K+	fK+	fK-	Ki	Sıra
$\tilde{A}(AI)$	l	0,274											
	m	0,529											
	u	0,909											
A1	l	0,348	0,383	0,271	0,654	0,166	0,118						
	m	0,631	1,193	0,706	1,899	0,519	0,307	1,482	0,818	0,539	0,297	0,545	7
	u	1,025	3,736	1,814	5,550	1,624	0,789						
A2	l	0,355	0,391	0,277	0,668	0,170	0,120						
	m	0,634	1,199	0,710	1,909	0,521	0,308	1,488	0,822	0,541	0,299	0,550	6
	u	1,026	3,740	1,816	5,556	1,626	0,790						
A3	l	0,429	0,472	0,334	0,806	0,205	0,145						
	m	0,736	1,390	0,823	2,213	0,605	0,358	1,699	0,941	0,618	0,342	0,745	4
	u	1,142	4,161	2,021	6,182	1,809	0,879						
A4	l	0,387	0,426	0,302	0,727	0,185	0,131						
	m	0,684	1,292	0,765	2,057	0,562	0,332	1,593	0,881	0,579	0,320	0,642	5
	u	1,088	3,963	1,924	5,887	1,723	0,837						
A5	l	0,456	0,502	0,356	0,858	0,218	0,155						
	m	0,756	1,428	0,845	2,273	0,621	0,367	1,728	0,959	0,628	0,349	0,776	3
	u	1,140	4,155	2,018	6,173	1,807	0,877						
A6	l	0,456	0,502	0,356	0,858	0,218	0,155						
	m	0,763	1,442	0,853	2,296	0,627	0,371	1,752	0,971	0,637	0,353	0,800	2
	u	1,164	4,240	2,059	6,299	1,843	0,895						
A7	l	0,473	0,520	0,369	0,889	0,226	0,160						
	m	0,776	1,468	0,868	2,336	0,638	0,378	1,769	0,982	0,643	0,357	0,820	1
	u	1,159	4,223	2,051	6,274	1,836	0,892						
$\tilde{A}(ID)$	l	0,565			0,889								
	m	0,894		D	2,336	dfCrisp	2,751						
	u	1,282			6,274								

Tablo 56 En İyi Alternatifin Hesaplanması (FUCOM-MARCOS)

		Si	K-	K+	T	f(K+)	f(K-)	K-	K+	fK+	fK-	Ki	Sıra
$\tilde{A}(AI)$	l	0,111											
	m	0,489											
	u	0,905											
A1	l	0,140	0,155	0,110	0,265	0,037	0,026	2,363	1,266	0,562	0,301	0,885	6
	m	0,579	1,185	0,700	1,885	0,282	0,167						
	u	1,029	9,284	4,681	13,965	2,209	1,114						
A2	l	0,140	0,155	0,110	0,265	0,037	0,026	2,357	1,264	0,561	0,301	0,882	7
	m	0,594	1,215	0,718	1,933	0,289	0,171						
	u	1,011	9,128	4,603	13,731	2,172	1,095						
A3	l	0,169	0,187	0,133	0,320	0,044	0,032	2,652	1,424	0,631	0,339	1,153	4
	m	0,682	1,395	0,824	2,219	0,332	0,196						
	u	1,124	10,146	5,116	15,263	2,414	1,217						
A4	l	0,157	0,173	0,123	0,296	0,041	0,029	2,528	1,355	0,601	0,322	1,031	5
	m	0,628	1,285	0,759	2,044	0,306	0,181						
	u	1,092	9,853	4,968	14,821	2,344	1,182						
A5	l	0,177	0,195	0,139	0,334	0,046	0,033	2,680	1,440	0,638	0,343	1,182	3
	m	0,696	1,424	0,841	2,265	0,339	0,200						
	u	1,129	10,190	5,138	15,328	2,425	1,223						
A6	l	0,179	0,198	0,141	0,338	0,047	0,033	2,720	1,462	0,647	0,348	1,223	2
	m	0,708	1,449	0,856	2,305	0,345	0,204						
	u	1,144	10,325	5,207	15,532	2,457	1,239						
A7	l	0,184	0,203	0,145	0,348	0,048	0,034	2,733	1,469	0,650	0,350	1,237	1
	m	0,710	1,452	0,858	2,311	0,346	0,204						
	u	1,151	10,387	5,238	15,625	2,471	1,246						
$\tilde{A}(ID)$	l	0,220			0,348								
	m	0,827		D	2,311	dfCrisp 4,203							
	u	1,271			15,625								

Bulanık SWARA-MARCOS yöntemleri ile bulanık FUCOM-MARCOS sonuçları 58 numaralı tabloda, karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ise iki ağırlık yönteminde de en iyi alternatif 7 numaralı alternatif (A7), SWARA-MARCOS yönteminde en kötü alternatif 1 numaralı alternatif (A1), FUCOM-MARCOS yönteminde ise en kötü alternatif 2 numaralı alternatif (A2) olarak hesaplanmıştır.

Tablo 57 Bulanık MARCOS Yöntemi Sıralama Sonuçları

	MARCOS	
	SWARA	**FUCOM**
A1	7	6
A2	6	7
A3	4	4
A4	5	5
A5	3	3
A6	2	2
A7	1	1

SONUÇ

Her firma; büyüklüğü ve sektörü fark etmeksizin, en az bir kez iş amacına uygun tesis yeri seçimi problemi ile karşı karşıya kalmaktadır. Tesis yeri seçimi, bir dizi alternatif arasından hem nicel hem de nitel kriterleri içeren bir ÇKKV problemidir. Aynı zamanda tesis yeri seçimi, en çok çalışılan optimizasyon problemlerinden biri olarak da görülmektedir. Tesis yeri; bir kez seçildiğinde, birden fazla kriteri doğrudan etkilemekte ve hatta firmaların kaderini belirlemektedir. Tesisin; uygun olmayan bir şekilde seçilmesi, telafi edilmesi zor olan sonuçlar doğuracaktır. Bu nedenle tesis yeri olarak seçilecek alternatiflerin incelenmesi, büyük öneme sahiptir.

İstanbul gibi büyük bir şehirde; yeni bir imalat fabrikası için yer seçimi, birçok ilgili kriter ve potansiyel yer alternatifi ile çok karmaşık ve zor bir karar verme görevidir. Bu noktada ÇKKV yöntemleri; KV'lere, dikkate alınacak çeşitli kriterlerle alınması gereken çeşitli alternatif kararlar konusunda yardımcı olmaktadır. ÇKKV yöntemleri, ilgili kriterlerin ağırlık katsayılarının belirlenmesi ve potansiyel yer alternatiflerinin sıralanması olmak üzere iki kısımda karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin İstanbul şehrinde; imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın, fabrika yeri seçimi üzerinde durulmuştur. İmalat sektöründe fabrika yeri seçimi, kendine özgü özellikleri olan ve üzerinde bulundurduğu bütünleyici parçaları ile imalat sektörünün milli ekonomiye katkıda bulunabilmesini sağlayan bir arazi parçası olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle imalat sektöründeki firmaların fabrika yeri seçimleri hem girişimci hem de ülke ekonomisi açısından önem taşıyan bir konudur.

Çalışmada öncelikle kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenebilmesi için iki ile otuz beş yıl arasında tecrübeye sahip dokuz personelin bulunduğu KV grubu ve alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasında ise iki ile sekiz yıl arasında tecrübeye sahip altı personelin bulunduğu KV grubu oluşturulmuştur.

Tesis yeri seçimi probleminde kullanılan değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde, literatür dikkatlice incelenmiş ve tesis yeri seçimi probleminde kullanılan değerlendirme kriterlerine bakılmıştır. Çalışmada kullanılan kriterler, literatür tarafından beş ana kriter ve yirmi bir alt kriter olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu

kriterlerin tanımları firma için özelleştirilmiş ve kriterler sade bir şekilde tanımlanarak KV'lerin alternatifleri daha basit ve güvenilir bir şekilde değerlendirmeleri amaçlanmıştır. Çalışma için değerlendirilecek alternatifler ise firma tarafından belirlenmiştir.

Bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden iki farklı bulanık ağırlıklandırma yöntemi ve iki farklı bulanık sıralama yöntemi kullanılmıştır. Ağırlıklandırma yöntemleri olarak bulanık FUCOM ve bulanık SWARA, sıralama yöntemleri olarak ise bulanık CODAS ve bulanık MARCOS yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmaya, ağırlıklandırma yöntemlerinden bulanık FUCOM yöntemi ile başlanmıştır. Bu yöntemde matematiksel denklemler oluşturulmuş ve bu denklemler "LINGO 18.0" programı yardımıyla çözülmüştür.

Bulanık FUCOM yöntemi sonrasında, bulanık SWARA yöntemine geçilmiştir. Bulanık SWARA yönteminde ise bulanık FUCOM yöntemindeki kadar işlem yoğunluğu bulunmamaktadır. Bu yöntemde dokuz KV için ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Her iki ağırlıklandırma yöntemi sonucunda global ağırlıklar bulunup, sıralanmıştır. Bu sıralamadaki farklılıkların ise kullanılan dilsel ifadelerin; bulanık FUCOM yönteminde beş, bulanık SWARA yönteminde sekiz adet olmasından ve iki yöntem arasındaki hesaplama aşamalarındaki farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ağırlıklandırma aşamasından sonra ise sıralama yöntemlerine geçilmiştir. Sıralama yöntemleri olarak bulanık CODAS ve bulanık MARCOS yöntemleri kullanılmıştır. Her sıralama yöntemi için iki ağırlık yöntemi kullanılarak dört farklı kombinasyonla sonuçlar değerlendirilmiştir. Sıralama yönteminde kullanılacak bulanık ağırlıklar, alt kriterlerin ağırlıkları ile ait oldukları ana kriterin ağırlıklarının çarpımıyla hesaplanmıştır.

Ağırlıklandırma işlemlerinin sonucunda, bulanık FUCOM ve bulanık SWARA yönteminde firma için en önemli ana kriter "C_3" kodlu ekonomik başlıklı ana kriter olarak ortaya çıkmıştır. Bulanık FUCOM yöntemi sonuçları incelendiğinde, en yüksek önem ağırlığına göre kriterler şu şekilde sıralanmıştır: Yatırım maliyeti (C_{33}), işletme ve bakım maliyetleri (C_{32}), devlet teşvikleri (C_{31}), arazi genişleme potansiyeli (C_{51}) ve karbon ayak izi (C_{23}). Bulanık SWARA yöntemi sonuçları incelendiğinde ise en

önemli tesis yeri seçimi kriterleri; yatırım maliyeti (C_{33}), işletme ve bakım maliyetleri (C_{32}), devlet teşvikleri (C_{31}), hammadde tedariklerine yakınlık (C_{12}) ve arazi genişleme potansiyeli (C_{51}) olarak karşımıza çıkmıştır.

Ortaya çıkan sonuçlar, daha önce yapılmış olan beş çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler, aşağıda karşılaştırmalı olarak özetlenmiştir.

Yaşlıoğlu ve Önder (2016) tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye'de plastik eşya üreticisi bir firmanın fabrika yer seçimi için AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Kriterlerin önem derecesi, en yüksek önem ağırlığına göre şu şekildedir: İlk yatırım maliyeti, hammadde maliyetleri, devlet yatırım desteği fırsatı, tehlikeli madde taşıma potansiyeli ve su kaynaklarına yakınlık. Bu çalışmanın sonuçları, çalışmamız sonucu en önemli ilk üç kriter [yatırım maliyeti (C_{33}), işletme ve bakım maliyetleri (C_{32}) ve devlet teşvikleri (C_{31})] ile benzer olduğunu göstermektedir.

Aytekin (2018) Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'nde bir kereste fabrikası yer seçiminde, ikili ölçekleme ve AHP yöntemlerini kullanmıştır. Hammadde, pazar, iş gücü, ulaşım ve vergi önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda; en önemli kriterin, çalışmamızdaki bulanık SWARA yöntemindeki dördüncü sıradaki en önemli kriter olan hammadde tedariklerine yakınlık (C_{12}) ile uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca beşinci sıradaki en önemli kriterin, çalışmamızdaki bulanık FUCOM ve bulanık SWARA yöntemindeki üçüncü sıradaki en önemli kriter olan devlet teşvikleri (C_{31}) ile benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Rahman vd., (2018) Bangladeş'te bir plastik imalat firması için tesis yer seçiminde, AHP yöntemini kullanmışlardır. Arsa maliyeti, inşaat maliyeti, nitelikli işçi durumu, iletişim ve ulaşım imkanları öncelikli kriterler olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucu en öncelikli iki kriter ile çalışmamızda kullanılan bulanık FUCOM ve bulanık SWARA yöntemi sonucu en öncelikli iki kriter [yatırım maliyeti (C_{33}) ve işletme ve bakım maliyetleri (C_{32})] ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Kaul vd., (2020) Hindistan'da bir imalat firması için tesis yer seçiminde, bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Sağlık ve güvenlik, toplum hayatı, cinsiyet eşitliği, altyapı ve ulaşım ve iş güvenliği önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan bulanık FUCOM yönteminde dördüncü sıradaki en önemli

kriter olan arazi genişleme potansiyeli (C_{51}) ve bulanık SWARA yönteminde beşinci sıradaki en önemli kriter olan arazi genişleme potansiyeli (C_{51}), çalışma sonucunda dördüncü sıradaki en önemli kriter ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

Suman vd., (2021) Bangladeş'te mobilya endüstrisi tesis yer seçiminde, AHP ve bulanık AHP yöntemlerini kullanmışlardır. Enerji kullanılabilirliği, hammaddelerin mevcudiyeti, ulaşım, nitelikli iş gücü, müşterilere yakınlık, ekonomik bölge alanı ve çevresel etki önemli kriterler olarak ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre ikinci sıradaki en önemli kriterin, bulanık SWARA yöntemindeki dördüncü sıradaki hammadde tedariklerine yakınlık (C_{12}) kriteri ile benzer olduğu görülmüştür. Beşinci sıradaki en önemli kriterin ise bulanık FUCOM yöntemindeki beşinci sıradaki karbon ayak izi (C_{23}) kriteri ile uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan araştırmaların sonuçlarına bakıldığında ise çalışmamız sonuçlarının, literatür ile önemli ölçüde uyumlu olduğu görülmektedir. Mevcut araştırmaların sonuçları ile çalışmamız sonuçlarındaki farklılıkların ise bölge, sektör ve tesis yer seçimi probleminde kullanılan değerlendirme kriterlerindeki farklılıklara bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrı KV grup üyeleri her ne kadar konu hakkında önemli ölçüde bilgi sahibi olsalar da bir firma özeline yapılan yer seçiminde, sübjektifliğin tamamen ortadan kalkması mümkün görünmemektedir.

Sıralama işlemlerinin sonucunda, en iyi alternatif "A7" kodlu alternatif olan YTÜ Yıldız Teknopark olarak hesaplanırken, en kötü alternatif ise "A1" kodlu alternatif olan Bayrampaşa olarak hesaplanmıştır. Bulanık FUCOM-MARCOS yönteminde ise en kötü alternatif "A2" kodlu alternatif olan Esenyurt olarak karşımıza çıkmaktadır. İkinci sırada, "A6" kodlu alternatif olan Tuzla ön plana çıkmaktadır. Üçüncü sırada, "A5" kodlu alternatif olan Teknopark İstanbul olarak hesaplanmıştır. Dördüncü sırada, "A3" kodlu alternatif olan Gebze; beşinci sırada, "A4" kodlu alternatif olan İkitelli; altıncı sırada ise "A2" kodlu alternatif olan Esenyurt ön plana çıkmaktadır.

Bulanık CODAS-SWARA, CODAS-FUCOM, MARCOS-SWARA ve MARCOS-FUCOM yöntemleri sonucunda; firma için en uygun fabrika yerinin, "A7" kodlu alternatif olan YTÜ Yıldız Teknopark olduğu görülmüştür. Türkiye'deki Ar-Ge faaliyetlerinin büyük bir bölümünün teknoparklar aracılığı ile yapıldığı bilinmektedir (Dilsiz ve Fırat, 2018, s. 14). Teknoparklar, küresel rekabeti ortaya koymaları ve

nitelikli beyin gücü kaynağını da istihdam etme açısından önemli merkezler olarak kabul edilmektedir. Ayrıca sahip olduğu bu ve benzer birçok avantajdan dolayı da firmaların tercih ettiği ve faaliyet göstermek istediği önemli yerleşkeler arasında yer almaktadır (Arslan vd., 2021, s. 735). Üniversite içinde bulunan bu tür yerleşkeler; firmanın iş geliştirme fırsatlarını artırmasına yardımcı olacak gümrük vergisi muafiyeti, Katma Değer Vergisi (KDV) istisnası, indirimli kurumlar vergisi, sigorta primi işveren hissesi desteği, yatırım yeri tahsisi, faiz desteği, gelir vergisi stopajı desteği ve sigorta primi işçi hissesi desteği fırsatları sunmaktadır (Dilsiz ve Fırat, 2018, s. 9).

Teknoparkların; Ar-Ge ve yenilik çalışmaları yapacak girişimcilere ve firmalara uygun mekan ve ortam sağlaması, teknoloji firmaları ile aynı ortamı paylaşmanın sağlayacağı bilgi transferi imkanı ve firmalara teknoparktaki faaliyetleri için sağlanan mali teşviklerden faydalanma imkanı gibi yararlar sağladığı bilinmektedir (Hocaoğlu ve Altuğ, 2018, s. 76-77). Ayrıca teknoparkların, dünya pazarlarına yönelik ileri teknoloji ürün ve hizmet üretimini desteklemek ve nitelikli iş gücüne ülke içinde istihdam yaratmak gibi hedefleri bulunmaktadır (Baykul vd., 2016, s. 72).

Firmanın Ar-Ge projelerine verdiği öncelik ve mühendislik dallarından çalışanlar ve akademik danışmanlar gerektirmesi, teknopark yerleşkesinde bulunmasının önemini de ortaya koymaktadır. Kira bedelleri, benzer yerleşkelerle karşılaştırıldığında yüksek olabilmektedir. Fakat Ar-Ge kazançlarının gelir ve kurumlar vergisinden istisna edilmesi, bölgeden yaptıkları teslim ve hizmetler için KDV istisnası, sigorta primi işveren hissesi desteği, yönetici firmanın sunduğu altyapı ve eğitim hizmetlerinden yararlanma ve kuluçka firmalarına düşük kira uygulaması kira bedelini amorti etmeyi mümkün kılabilmektedir (Demirli, 2014, s. 100). Sonuç olarak, firmanın teknopark yerleşkesinde bulunması, vergi teşvikleri, iş fırsatları ve Ar-Ge projelerine verilen öncelik nedeniyle firma açısından daha uygun bir seçim olarak görülmektedir. Çalışma sonuçları da bu yönü desteklemektedir.

Bu tez çalışmasının, işletmelerin tesis yeri seçimi problemi konusunda bir çerçeve sunarak katkı sağlayabileceği ve yöntem açısından da fikir verebileceği düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda; kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında, sektörden daha fazla firmaya veya uzmana ulaşılarak tesis yeri seçimi

probleminde dikkate alınacak kriterler için daha geniş katılımla bir kriter kümesi oluşturulabilir. Bu kriterlerden birine veya bazılarına öncelik vererek, tesis yer seçimi problemindeki farklı senaryolara odaklanılabilir. Ayrıca önem ağırlıklarının hesaplaması aşamalarında farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak, sonuçların karşılaştırılması gerçekleştirilebilir. Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplaması sonrası uygun alternatiflerin çeşitli yöntemlerle değerlendirilip, sıralanması süreçleri de ele alınabilir.

KAYNAKÇA

Abualkishik, A. Z., Almajed, R. ve Thompson, W. (2022). Evaluating smart agricultural production efficiency using fuzzy MARCOS method. *Journal of Neutrosophic and Fuzzy Systems, 3*(1), 8-18.

Akpınar, M. E. (2022). Machine selection application in a hard chrome plating industry using fuzzy SWARA and fuzzy ARAS methods. *Yönetim ve Ekonomi, 29*(1), 107-119.

Alkay, E. (2017). Yer Seçimi Kuramı ve Uygulamaları. Şevkiye Şence Türk (Ed.) ve Vedia Dökmeci (Ed.), *İmalat Sanayiinde Firmaların Yeniden Yer Seçimini Belirleyen Unsurlar: İstanbul Örneği* içinde (s. 144-154). İstanbul: Yeni Anadolu Yayıncılık.

Altuntas, S. ve Dereli, T. (2017). Application of an aggregation technique to facility layout design selection. *Journal of Thermal Engineering, 3*(1), 1078-1088.

Alvand, A., Mirhosseini, S. M., Ehsanifar, M., Zeighami, E. ve Mohammadi, A. (2021). Identification and assessment of risk in construction projects using the integrated FMEA-SWARA-WASPAS model under fuzzy environment: A case study of a construction project in Iran. *International Journal of Construction Management,* 1-13.

Ansari, Z. N., Kant, R. ve Shankar, R. (2020). Evaluation and ranking of solutions to mitigate sustainable remanufacturing supply chain risks: A hybrid fuzzy SWARA-fuzzy COPRAS framework approach. *International Journal of Sustainable Engineering, 13*(6), 473-494.

Aro, J. L., Jr., E. S., Evangelista, S. S., Maturan, F., Atibing, N. M. ve Ocampo, L. (2022). Fermatean fuzzy CRITIC-CODAS-SORT for characterizing the challenges of circular public sector supply chains. *Operations Research Perspectives, 9,* 100246.

Arslan, H. M., Durak, İ. ve Özdemir, Y. (2021). Entropi-ARAS hibrit yöntemi ile bilişim işletmeleri için en uygun teknopark bölgesinin belirlenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 17*(3), 734-753.

Asori, M., Dogbey, E., Morgan, A. K., Ampofo, S. T., Mpobi, R. K. J. ve Katey, D. (2022). Application of GIS-based multi-criteria decision making analysis (GIS-MCDA) in selecting locations most suitable for siting engineered landfills-the case of Ashanti Region, Ghana. *Management of Environmental Quality: An International Journal.*

Ayadi, H., Hamani, N., Kermad, L. ve Benaissa, M. (2021). Novel fuzzy composite indicators for locating a logistics platform under sustainability perspectives. *Sustainability, 13*(7), 3891.

Aytekin, A. (2018). Using hybrid method in selecting timber factory location. *Drvna Industrija, 69*(3), 273-281.

Badi, I. A., Abdulshahed, A. M. ve Shetwan, A. G. (2017). Supplier selection using combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. *ICMNEE,* 27-37.

Badi, I. A., Abdulshahed, A. M. ve Shetwan, A. G. (2018). A case study of supplier selection for a steelmaking company in Libya by using the combinative distance-based assessment (CODAS) model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering, 1*(1), 1-12.

Bakır, M. ve Atalık, Ö. (2021). Application of fuzzy AHP and fuzzy MARCOS approach for the evaluation of e-service quality in the airline industry. *Decision Making: Applications in Management and Engineering, 4*(1), 127-152.

Bakır, M., Akan, Ş. ve Özdemir, E. (2021). Regional aircraft selection with fuzzy piprecia and fuzzy MARCOS: A case study of the Turkish airline industry. *Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering, 19*(3), 423-445.

Baki, R. (2022). Evaluation of barriers to implementation of environmental education with fuzzy FUCOM technique. *International Journal of Social Sciences Perspectives, 10*(1), 17-25.

Baki, R. (2022). Evaluation of the five busiest airports in Turkey through fuzzy FUCOM and MAIRCA. *European Journal of Applied Business Management, 8*(3), 15-31.

Banihashemi, S. A., Khalilzadeh, M., Antucheviciene, J. ve Šaparauskas, J. (2021). Trading off time-cost-quality in construction project scheduling problems with fuzzy SWARA-TOPSIS approach. *Buildings, 11*(9), 387.

Baykul, A., Sungur, O. ve Dulupçu, M. A. (2016). Teknoloji geliştirme bölgesi yönetici şirketlerinin yönetim etkinliğinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 7*(15), 70-82.

Biswas, S. ve Pamucar, D. (2020). Facility location selection for b-schools in Indian context: A multi-criteria group decision based analysis. *Axioms, 9*(3), 77.

Blagojević, A., Kasalica, S., Stević, Ž., Tričković, G. ve Pavelkić, V. M. (2021). Evaluation of safety degree at railway crossings in order to achieve sustainable traffic management: A novel integrated fuzzy MCDM model. *Sustainability, 13*(2), 832.

Bolturk, E. (2018). Pythagorean fuzzy CODAS and its application to supplier selection in a manufacturing firm. *Journal of Enterprise Information Management, 31*(4), 550-564.

Bolturk, E. ve Kahraman, C. (2018). Interval-valued intuitionistic fuzzy CODAS method and its application to wave energy facility location selection problem. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 35*(4), 4865-4877.

Böyükaslan, A. ve Ecer, F. (2021). Determination of drivers for investing in cryptocurrencies through a fuzzy full consistency method-Bonferroni (FUCOM-F'B) framework. *Technology in Society, 67,* 101745.

Cedolin, M., Göker, N., Dogu, E. ve Esra Albayrak, Y. (2017). Facility location selection employing fuzzy DEA and fuzzy goal programming techniques. İçinde *Advances in Fuzzy Logic and Technology 2017* (s. 466-476). Springer, Cham.

Chang, N. B., Parvathinathan, G. ve Breeden, J. B. (2008). Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management, 87*(1), 139-153.

Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems, 114*(1), 1-9.

Chithambaranathan, P., Rajkumar, A., Prithiviraj, D. ve Palpandi, M. (2022). A multi criteria decision based approach for facility location selection with flexible criteria weights. *Materials Today: Proceedings, 62,* 1215-1217.

Chou, S. Y., Chang, Y. H. ve Shen, C. Y. (2008). A fuzzy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes. *European Journal of Operational Research, 189*(1), 132-145.

Cooper, L. (1963). Location-allocation problems. *Operations Research, 11*(3), 331-343.

Çakıcı, L. (1968). *Sanayi işletmelerinin kuruluş yeri seçiminde ulaştırma masraflarının yeri ve önemi.* Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

Dağ, S. ve Önder, E. (2013). Decision-making for facility location using VIKOR method. *Journal of International Scientific Publication: Economy & Business, 7,* 308-330.

Demir, G. (2021). E-devlet web sitelerinin bulanık FUCOM ile değerlendirilmesi. *Uluslararasi İktisadi ve İdari Akademik Araştirmalar Dergisi, 1*(2), 41-53.

Demir, G., Damjanović, M., Matović, B. ve Vujadinovic, R. (2022). Toward sustainable urban mobility by using fuzzy-FUCOM and fuzzy-CoCoSo methods: The case of the SUMP podgorica. *Sustainability, 14*(9), 4972.

Demirdöğen, O. ve Küçük, O. (2018). *Üretim işlemler yönetimi (4. Baskı).* Ankara: Detay Yayıncılık.

Demirli, Y. (2014). Türkiye'de teknoparklara yönelik teşvikler ve teknoparkların bilim ve teknoloji kapasitesinin gelişimine katkısı. *Maliye Dergisi,* 116, 95-114.

Deveci, M., Simic, V. ve Torkayesh, A. E. (2021). Remanufacturing facility location for automotive lithium-ion batteries: An integrated neutrosophic decision-making model. *Journal of Cleaner Production, 317,* 128438.

Dilsiz, B. ve Fırat, M. (2018). Teknokentlerde vergi uygulamaları. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, 13*(52), 1-16.

Djatna, T. ve Putra, F. H. (2020). An implementation of area skyline query to select facilities location based on user's preferred surrounding facilities. İçinde *2020 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)* (s. 15-20). IEEE.

Drira, A., Pierreval, H. ve Hajri-Gabouj, S. (2007). Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control, 31*(2), 255-267.

Durak, İ., Arslan, H. M. ve Özdemir, Y. (2021). Application of AHP-TOPSIS methods in technopark selection of technology companies: Turkish case. *Technology Analysis & Strategic Management,* 1-15.

Ecer, F. (2020). *Çok kriterli karar verme.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Ecer, F., Böyükaslan, A. ve Zolfani, S. H. (2022). Evaluation of cryptocurrencies for investment decisions in the era of industry 4.0: A borda count-based intuitionistic fuzzy set extensions EDAS-MAIRCA-MARCOS multi-criteria methodology. *Axioms, 11,* 404.

Effatpanah, S. K., Ahmadi, M. H., Aungkulanon, P., Maleki, A., Sadeghzadeh, M., Sharifpur, M. ve Chen, L. (2022). Comparative analysis of five widely-used multi-criteria decision-making methods to evaluate clean energy technologies: A case study. *Sustainability, 14*(3), 1403.

Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N. (2008). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 39*(7), 783-795.

Fazlollahtabar, H., Smailbašić, A. ve Stević, Ž. (2019). FUCOM method in group decision-making: Selection of forklift in a warehouse. *Decision Making: Applications in Management and Engineering, 2*(1), 49-65.

Feng, J., Xu, S. X., Xu, G. ve Cheng, H. (2021). An integrated decision-making method for locating parking centers of recyclable waste transportation vehicles. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 157,* 102569.

Gao, Z., Yoshimoto, K. ve Ohmori, S. (2010). Application of AHP/DEA to facility layout selection. İçinde *2010 Third International Joint Conference on Computational Science and Optimization* (2, s. 252-254). IEEE.

Ghasemian, S., I., Arab, A. ve Toufighi, S. P. (2020). Analyzing the barriers of organizational transformation by using fuzzy SWARA. *Journal of Fuzzy Extension & Applications, 1*(2), 88-103.

Ghorabaee, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K. ve Antucheviciene, J. (2018). A new hybrid fuzzy MCDM approach for evaluation of construction equipment with sustainability considerations. *Archives of Civil and Mechanical Engineering, 18*(1), 32-49.

Ghorabaee, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Hooshmand, R. ve Antuchevičienė J. (2017). Fuzzy extension of the CODAS method for multi-criteria market segment evaluation. *Journal of Business Economics and Management, 18*(1), 1-19.

Görçün, Ö. F., Zolfani, S. H. ve Çanakçıoğlu, M. (2022). Analysis of efficiency and performance of global retail supply chains using integrated fuzzy SWARA and Fuzzy EATWOS methods. *Operations Management Research,* 1-25.

Görener, A. (2013). Depo operatörü lojistik firmasının seçimi için bulanık VIKOR ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin uygulanması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 42*(2), 198-218.

Güneş, M. (2019). *Kobiler için girişimcilik.* İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Gürsel, H. (1972). *Kuruluş yeri teorileri.* Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 27(2), 207-236.

Hakim, S. N. ve Putra, A. J. (2022). The best location selection using analytical hierarchy process method. *International Journal of Industrial Optimization, 3*(1), 68-79.

Hanine, M., Boutkhoum, O., Tikniouine, A. ve Agouti, T. (2016). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TODIM methods for landfill location selection. *SpringerPlus, 5*(1), 1-30.

Haqbin, A. (2022). Comparing best-worst method and full consistency method in a fuzzy environment. *Decision Science Letters, 11,* 181-192.

Hocaoğlu, A. ve Altuğ, S. (2018). Teknoparkların inovasyon ekosistemindeki yeri ve inovasyon başarısına katkısı: Teknopark İzmir özelinde bilişim sektöründe bir şirket örneği. *İzmir Democracy University Social Sciences Journal, 1*(1), 70-86.

Huang, X. ve Di, H. (2015). Modelling uncapacitated facility location problem with uncertain customers' positions. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 28*(6), 2569-2577.

Kannan, D., Moazzeni, S., Mostafayi Darmian, S. ve Afrasiabi, A. (2021). A hybrid approach based on MCDM methods and Monte Carlo simulation for sustainable evaluation of potential solar sites in east of Iran. *Journal of Cleaner Production, 279,* 122368.

Karaaslan, A., Adar, T. ve Delice, E. K. (2022). Regional evaluation of renewable energy sources in Turkey by new integrated AHP-MARCOS methodology: A real application. *International Journal of Sustainable Energy, 41*(2), 103-125.

Karagoz, S., Deveci, M., Simic, V., Aydin, N. ve Bolukbas, U. (2020). A novel intuitionistic fuzzy MCDM-based CODAS approach for locating an authorized dismantling center: A case study of Istanbul. *Waste Management & Research, 38*(6), 660-672.

Karagöz, S., Deveci, M., Simic, V. ve Aydin, N. (2021). Interval type-2 fuzzy ARAS method for recycling facility location problems. *Applied Soft Computing, 102,* 107107.

Karande, P. ve Chatterjee, P. (2018, Temmuz). Desirability function approach for selection of facility location: A case study. İçinde *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Paris, France* (s. 26-27).

Karaşan, A., Kaya, İ. ve Erdoğan, M. (2020). Location selection of electric vehicles charging stations by using a fuzzy MCDM method: A case study in Turkey. *Neural Computing and Applications, 32*(9), 4553-4574.

Kaul, A., Darbari, J. D. ve Jha, P. C. (2020). A fuzzy MCDM model for facility location evaluation based on quality of life. İçinde *Soft Computing for Problem Solving* (s. 687-697). Springer, Singapore.

Keršulienė, V., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management, 11*(2), 243-258.

Keshavarz Ghorabaee, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Antucheviciene, J. (2016). A new combinative distance-based assessment (CODAS) method for multi-criteria decision-making. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 50*(3), 25-44.

Keshavarz-Ghorabaee, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Antucheviciene, J. (2018). An extended step-wise weight assessment ratio analysis with symmetric interval type-2 fuzzy sets for determining the subjective weights of criteria in multi-criteria decision-making problems. *Symmetry, 10*(4), 91.

Kılıç, R., Emeç, Ş. ve Erkayman, B. (2022). Integrated fuzzy FUCOM and fuzzy MARCOS approaches for housing location problem. *Journal of Brilliant Engineering, 3*(4), 4727.

Kieu, P. T., Nguyen, V. T., Nguyen, V. T. ve Ho, T. P. (2021). A spherical fuzzy analytic hierarchy process (SF-AHP) and combined compromise solution (CoCoSo) algorithm in distribution center location selection: A case study in agricultural supply chain. *Axioms, 10*(2), 53.

Kik, D., Wichmann, M. G. ve Spengler, T. S. (2022). Decision support framework for the regional facility location and development planning problem. *Journal of Business Economic, 92*(1), 115-157.

Kodali, R. ve Routroy, S. (2006). Decision framework for selection of facilities location in competitive supply chain. *Journal of Advanced Manufacturing Systems, 5*(1), 89-110.

Kumar, K. ve Kumanan, S. (2011). An integrated fuzzy QFD and AHP approach for facility location selection. *IUP Journal of Supply Chain Management, 8*(4), 30-41.

Kumar, R., Athawale, V. M. ve Chakraborty, S. (2010). Facility location selection using the UTA method. *IUP Journal of Operations Management, 9*(4), 21-34.

Laporte, G., Nickel, S. ve Saldanha-da-Gama, F. (2019). Introduction to location science. In *Location science* (s. 1-21). Springer, Cham.

Li, D. F. (2007). Compromise ratio method for fuzzy multi-attribute group decision making. *Applied Soft Computing, 7*(3), 807-817.

Lin, P. C., Watada, J. ve Wu, B. (2014). A parametric assessment approach to solving facility-location problems with fuzzy demands. *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 9*(5), 484-493.

Liu, Z., Huang, R. ve Shao, S. (2022). Data-driven two-stage fuzzy random mixed integer optimization model for facility location problems under uncertain environment. *AIMS Mathematics, 7*(7), 13292-13312.

Mavi, R. K., Goh, M. ve Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 91*(5), 2401-2418.

Mei-Yu, K., Pei-Yu, D., Che-Kai, L., Meng-Yuan, S. ve Chien-Liang, L. (2013, Temmuz). Structural equation modeling combined with extension method for evaluating factors affecting location selection of proposed senior daycare facilities. In *2013 International Conference on Management Science and Engineering 20th Annual Conference Proceedings* (s. 234-241). IEEE.

Mijajlović, M., Puška, A., Stević, Ž., Marinkovic, D., Doljanica, D., Jovanovic, S. V., Stojanovic, I. ve Besirovic, J. (2020). Determining the competitiveness of spa-centers in order to achieve sustainability using a fuzzy multi-criteria decision-making model. *Sustainability, 12*(20), 8584.

Mitrović Simić, J., Stević, Ž., Zavadskas, E. K., Bogdanović, V., Subotić, M. ve Mardani, A. (2020). A novel CRITIC-fuzzy FUCOM-DEA-fuzzy MARCOS model for safety evaluation of road sections based on geometric parameters of road. *Symmetry, 12*(12), 2006.

Mohajeri, N. ve Amin, G. R. (2010). Railway station site selection using analytical hierarchy process and data envelopment analysis. *Computers & Industrial Engineering, 59*(1), 107-114.

Moniri, M. R., Tabriz, A. A., Ayough, A. ve Zandieh, M. (2020). Turnaround project risk assessment using hybrid fuzzy SWARA and EDAS method: Case of upstream oil process industries in Iran. *Journal of Engineering, Design and Technology, 19*(4), 966-988.

Mucuk, İ. (2018). *Modern işletmecilik (21. Baskı).* İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Müftüoğlu, M. T. (2013). *İşletme iktisadı (8. Baskı).* Ankara: Turhan Kitabevi.

Nong, T. N. M. (2022). A hybrid model for distribution center location selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics, 38*, 40-49.

Özdağoğlu, A., Keleş, M. K. ve Işıldak, B. (2021). Bulanık SWARA ve bulanık MARCOS yöntemleriyle sivil havacılıkta kabin memuru seçimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 12*(2), 284-302.

Pamucar, D. ve Ecer, F. (2020). Prioritizing the weights of the evaluation criteria under fuzziness: The fuzzy full consistency method-FUCOM-F. *Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering, 18*(3), 419-437.

Pamucar, D., Ecer, F. ve Deveci, M. (2021). Assessment of alternative fuel vehicles for sustainable road transportation of United States using integrated fuzzy FUCOM and neutrosophic fuzzy MARCOS methodology. *Science of the Total Environment, 788*, 147763.

Pamučar, D., Stević, Ž. ve Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: Full consistency method (FUCOM). *Symmetry, 10*(9), 393.

Panchal, D., Chatterjee, P., Pamucar, D. ve Yazdani, M. (2022). A novel fuzzy-based structured framework forsustainable operation and environmentalfriendly production in coal-fired power industry. *International Journal of Intelligent Systems, 37*(4), 2706-2738.

Panchal, D., Chatterjee, P., Shukla, R. K., Choudhury, T. ve Tamosaitiene, J. (2017). Integrated fuzzy AHP-CODAS framework for maintenance decision in urea fertilizer industry. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 51*(3), 179-196.

Peng, X. ve Garg, H. (2018). Algorithms for interval-valued fuzzy soft sets in emergency decision making based on WDBA and CODAS with new information measure. *Computers & Industrial Engineering, 119*, 439-452.

Pourrezaie-Khaligh, P., Bozorgi-Amiri, A., Yousefi-Babadi, A. ve Moon, I. (2022). Fix-and-optimize approach for a healthcare facility location/network design problem considering equity and accessibility: A case study. *Applied Mathematical Modelling, 102,* 243-267.

Puška, A., Stević, Ž. ve Stojanović, I. (2021). Selection of sustainable suppliers using the fuzzy MARCOS method. *Current Chinese Science, 1*(2), 218-229.

Rahman, M. S., Ali, M. I., Hossain, U. ve Mondal, T. K. (2018). Facility location selection for plastic manufacturing industry in Bangladesh by using AHP method. *International Journal of Research in Industrial Engineering, 7*(3), 307-319.

Sabry, I., Thekkuden, D. T., Mourad, A. H. I. ve El-Kassas, A. M. (2022, Şubat). A fuzzy preference structure for the selection of municipal waste facility location. İçinde *2022 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)* (s. 1-6). IEEE.

Seker, S. ve Aydin, N. (2020). Hydrogen production facility location selection for Black Sea using entropy based TOPSIS under IVPF environment. *International Journal of Hydrogen Energy, 45*(32), 15855-15868.

Sennaroglu, B. ve Celebi, G. V. (2018). A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 59,* 160-173.

Sharafi, H., Soltanifar, M. ve Lotfi, F. H. (2022). Selecting a green supplier utilizing the new fuzzy voting model and the fuzzy combinative distance-based assessment method. *EURO Journal on Decision Processes, 10,* 100010.

Shen, C. Y. ve Yu, K. T. (2009). A generalized fuzzy approach for strategic problems: The empirical study on facility location selection of authors' management consultation client as an example. *Expert Systems with Applications, 36*(3), 4709-4716.

Simic, V., Karagoz, S., Deveci, M. ve Aydin, N. (2021). Picture fuzzy extension of the CODAS method for multi-criteria vehicle shredding facility location. *Expert Systems with Applications, 175,* 114644.

Soyşekerci, S. ve Erturgut, R. (2011). *Genel işletme.* İstanbul: Kriter Yayınları.

Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M. ve Pamučar, D. (2020). A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis. *Mathematics, 8*(3), 457.

Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A. ve Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COmpromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering, 140,* 106231.

Suman, M. N. H., MD Sarfaraj, N., Cyhon, F. A. ve Fahim, M. R. I. (2021). Facility location selection for the furniture industry of Bangladesh: Comparative AHP and FAHP analysis. *International Journal of Engineering Business Management, 13*, 18479790211030851.

Tang, C., Xu, D. ve Chen, N. (2021). Sustainability prioritization of sewage sludge to energy scenarios with hybrid-data consideration: A fuzzy decision-making framework based on full consistency method and fusion ranking model. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(5), 5548-5565.

Taşkent, M. C. ve Delice, E. K. (2021). Bulanık FUCOM metodu ile tedarikçi değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi,* (28), 863-868.

Tohyama, H., Ida, K. ve Matsueda, J. (2011). A genetic algorithm for the uncapacitated facility location problem. *Electronics and Communications in Japan, 94*(5), 47-54.

Torkayesh, A. E. ve Simic, V. (2022). Stratified hybrid decision model with constrained attributes: Recycling facility location for urban healthcare plastic waste. *Sustainable Cities and Society, 77*, 103543.

Tripathi, A. K., Agrawal, S. ve Gupta, R. D. (2021). Comparison of GIS-based AHP and fuzzy AHP methods for hospital site selection: A case study for Prayagraj City, India. *GeoJournal, 87*(5), 3507-3528.

Türk, A. ve Özkök, M. (2020). Shipyard location selection based on fuzzy AHP and TOPSIS. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 39*(3), 4557-4576.

Ulutaş, A., Karakuş, C. B. ve Topal, A. (2020). Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 38*(4), 4693-4709.

ur Rehman, O., Ali, Y. ve Sabir, M. (2022). Risk assessment and mitigation for electric power sectors: A developing country's perspective. *International Journal of Critical Infrastructure Protection, 36,* 100507.

Vesković, S., Stević, Ž., Nunić, Z., Milinković, S. ve Mladenović, D. (2022). A novel integrated large-scale group MCDM model under fuzzy environment for selection of reach stacker in a container terminal. *Applied Intelligence,* 1-25.

Vrtagić, S., Softić, E., Subotić, M., Stević, Ž., Dordevic, M. ve Ponjavic, M. (2021). Ranking road sections based on MCDM model: New improved fuzzy SWARA (IMF SWARA). *Axioms, 10*(2), 92.

Wang, C. N., Huang, Y. F., Chai, Y. C. ve Nguyen, V. T. (2018). A multi-criteria decision making (MCDM) for renewable energy plants location selection in Vietnam under a fuzzy environment. *Applied Sciences, 8*(11), 2069.

Xuan, H. A., Trinh, V. V., Techato, K. ve Phoungthong, K. (2022). Use of hybrid MCDM methods for site location of solar-powered hydrogen production plants in Uzbekistan. *Sustainable Energy Technologies and Assessments, 52*, 101979.

Yalçın, N. ve Yapıcı Pehlivan N. (2019). Application of the fuzzy CODAS method based on fuzzy envelopes for hesitant fuzzy linguistic term sets: A case study on a personnel selection problem. *Symmetry, 11*(4), 493.

Yang, J. ve Lee, H. (1997). An AHP decision model for facility location selection. *Facilities, 15*(9/10), 241-254.

Yaşlıoğlu, M. M. ve Önder, E. (2016). Solving facility location problem for a plastic goods manufacturing company in Turkey using AHP and TOPSIS methods. *Yönetim Bilimleri Dergisi, 14*(28), 223-249.

Yeni, F. B. ve Özçelik, G. (2019). Interval-valued Atanassov intuitionistic fuzzy CODAS method for multi criteria group decision making problems. *Group Decision and Negotiation, 28*(2), 433-452.

Yeşilkaya, M. (2018). Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kağıt fabrikası kuruluş yeri seçimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33*(4), 31-44.

Yücenur, G. N., Çaylak, Ş., Gönül, G. ve Postalcıoğlu, M. (2020). An integrated solution with SWARA&COPRAS methods in renewable energy production: City selection for biogas facility. *Renewable Energy, 145*, 2587-2597.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control, 8*(3), 338-353.

Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems, 1*(1), 3-28.

Zadeh, M. A., Sadrania, A., Zibandeh, M. ve Rostami, P. (2013, Ağustos). Determining a suitable location for a sewage treatment plant using a new fuzzy weighted average (FWA) method based on left and right scores. İçinde *2013 13th Iranian Conference on Fuzzy Systems (IFSC)* (s. 1-6). IEEE.

Zarbakhshnia, N., Soleimani, H. ve Ghaderi, H. (2018). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing, 65*, 307-319.

EKLER

EK-1 Bulanık FUCOM Yöntemi Hesaplamalar

Bulanık FUCOM Yönteminde KV'lerin Karar Kriterlerini Önem Derecelerine göre Sıralaması

KV'lerin C_2 ana kriterinin alt kriterlerini (C_{21}, C_{22}, C_{23}) bulanık dilsel ifade ile değerlendirmeleri EK-1.1'de, bulanık sayı ile değerlendirmeleri ise EK-1.2'de verilmiştir.

Tablo EK-1.1 KV'lerin C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{21}	WI	WI	FI	AI	WI	EI	AI	FI	WI
C_{22}	FI	FI	WI	VI	AI	FI	EI	EI	VI
C_{23}	EI	EI	EI	EI	EI	AI	VI	WI	EI

Tablo EK-1.2 KV'lerin C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

		KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{21}	l	0,67	0,67	1,50	3,50	0,67	1,00	3,50	1,50	0,67
	m	1,00	1,00	2,00	4,00	1,00	1,00	4,00	2,00	1,00
	u	1,50	1,50	2,50	4,50	1,50	1,00	4,50	2,50	1,50
C_{22}	l	1,50	1,50	0,67	2,50	3,50	1,50	1,00	1,00	2,50
	m	2,00	2,00	1,00	3,00	4,00	2,00	1,00	1,00	3,00
	u	2,50	2,50	1,50	3,50	4,50	2,50	1,00	1,00	3,50
C_{23}	l	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,50	2,50	0,67	1,00
	m	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	3,00	1,00	1,00
	u	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,50	3,50	1,50	1,00

KV'lerin C_2 ana kriterinin alt kriterlerini bulanık dilsel ifade ve bulanık sayı değerleri ile değerlendirmeleri ardından, C_2 ana kriterinin alt kriterleri KV'lere göre aşağıda verildiği gibi sıralanmıştır.

$$\boldsymbol{KV}_1 = C_{23} > C_{21} > C_{22}$$
$$\boldsymbol{KV}_2 = C_{23} > C_{21} > C_{22}$$
$$\boldsymbol{KV}_3 = C_{23} > C_{22} > C_{21}$$
$$\boldsymbol{KV}_4 = C_{23} > C_{22} > C_{21}$$
$$\boldsymbol{KV}_5 = C_{23} > C_{21} > C_{22}$$
$$\boldsymbol{KV}_6 = C_{21} > C_{22} > C_{23}$$
$$\boldsymbol{KV}_7 = C_{22} > C_{23} > C_{21}$$
$$\boldsymbol{KV}_8 = C_{22} > C_{23} > C_{21}$$
$$\boldsymbol{KV}_9 = C_{23} > C_{21} > C_{22}$$

KV'lerin C_3 ana kriterinin alt kriterlerini (C_{31}, C_{32}, C_{33}) bulanık dilsel ifade ile değerlendirmeleri EK-1.3'te, bulanık sayı ile değerlendirmeleri ise EK-1.4'te verilmiştir.

Tablo EK-1.3 KV'lerin C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{31}	VI	VI	AI	EI	VI	FI	FI	FI	WI
C_{32}	WI	FI	EI	FI	WI	EI	EI	WI	FI
C_{33}	EI	EI	FI	VI	EI	WI	WI	EI	EI

Tablo EK-1.4 KV'lerin C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

		KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{31}	l	2,50	2,50	3,50	1,00	2,50	1,50	1,50	1,50	0,67
	m	3,00	3,00	4,00	1,00	3,00	2,00	2,00	2,00	1,00
	u	3,50	3,50	4,50	1,00	3,50	2,50	2,50	2,50	1,50
C_{32}	l	0,67	1,50	1,00	1,50	0,67	1,00	1,00	0,67	1,50
	m	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
	u	1,50	2,50	1,00	2,50	1,50	1,00	1,00	1,50	2,50
C_{33}	l	1,00	1,00	1,50	2,50	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00
	m	1,00	1,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	u	1,00	1,00	2,50	3,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00

KV'lerin C_3 ana kriterinin alt kriterlerini bulanık dilsel ifade ve bulanık sayı değerleri ile değerlendirmeleri ardından, C_3 ana kriterinin alt kriterleri KV'lere göre aşağıda verildiği gibi sıralanmıştır.

$$\boldsymbol{KV}_1 = C_{33} > C_{32} > C_{31}$$
$$\boldsymbol{KV}_2 = C_{33} > C_{32} > C_{31}$$
$$\boldsymbol{KV}_3 = C_{32} > C_{33} > C_{31}$$
$$\boldsymbol{KV}_4 = C_{31} > C_{32} > C_{33}$$
$$\boldsymbol{KV}_5 = C_{33} > C_{32} > C_{31}$$
$$\boldsymbol{KV}_6 = C_{32} > C_{33} > C_{31}$$
$$\boldsymbol{KV}_7 = C_{32} > C_{33} > C_{31}$$
$$\boldsymbol{KV}_8 = C_{33} > C_{32} > C_{31}$$
$$\boldsymbol{KV}_9 = C_{33} > C_{31} > C_{32}$$

KV'lerin C_4 ana kriterinin alt kriterlerini (C_{41}, C_{42}, C_{43}, C_{44}) bulanık dilsel ifade ile değerlendirmeleri EK-1.5'te, bulanık sayı ile değerlendirmeleri ise EK-1.6'da verilmiştir.

Tablo EK-1.5 KV'lerin C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{41}	WI	EI	AI	AI	VI	WI	FI	WI	VI
C_{42}	EI	FI	EI	VI	EI	EI	EI	EI	EI
C_{43}	VI	WI	WI	FI	FI	VI	VI	FI	WI
C_{44}	FI	AI	FI	EI	WI	FI	AI	VI	AI

Tablo EK-1.6 KV'lerin C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

		KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{41}	l	0,67	1,00	3,50	3,50	2,50	0,67	1,50	0,67	2,50
	m	1,00	1,00	4,00	4,00	3,00	1,00	2,00	1,00	3,00
	u	1,50	1,00	4,50	4,50	3,50	1,50	2,50	1,50	3,50
C_{42}	l	1,00	1,50	1,00	2,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	m	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	u	1,00	2,50	1,00	3,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C_{43}	l	2,50	0,67	0,67	1,50	1,50	2,50	2,50	1,50	0,67
	m	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	1,00
	u	3,50	1,50	1,50	2,50	2,50	3,50	3,50	2,50	1,50
C_{44}	l	1,50	3,50	1,50	1,00	0,67	1,50	3,50	2,50	3,50
	m	2,00	4,00	2,00	1,00	1,00	2,00	4,00	3,00	4,00
	u	2,50	4,50	2,50	1,00	1,50	2,50	4,50	3,50	4,50

KV'lerin C_4 ana kriterinin alt kriterlerini bulanık dilsel ifade ve bulanık sayı değerleri ile değerlendirmeleri ardından, C_4 ana kriterinin alt kriterleri KV'lere göre aşağıda verildiği gibi sıralanmıştır.

$$\boldsymbol{KV}_1 = C_{42} > C_{41} > C_{44} > C_{43}$$
$$\boldsymbol{KV}_2 = C_{41} > C_{43} > C_{42} > C_{44}$$
$$\boldsymbol{KV}_3 = C_{42} > C_{43} > C_{44} > C_{41}$$
$$\boldsymbol{KV}_4 = C_{44} > C_{43} > C_{42} > C_{41}$$
$$\boldsymbol{KV}_5 = C_{42} > C_{44} > C_{43} > C_{41}$$
$$\boldsymbol{KV}_6 = C_{42} > C_{41} > C_{44} > C_{43}$$
$$\boldsymbol{KV}_7 = C_{42} > C_{41} > C_{43} > C_{44}$$
$$\boldsymbol{KV}_8 = C_{42} > C_{41} > C_{43} > C_{44}$$
$$\boldsymbol{KV}_9 = C_{42} > C_{43} > C_{41} > C_{44}$$

KV'lerin C_5 ana kriterinin alt kriterlerini (C_{51}, C_{52}, …, C_{55}) bulanık dilsel ifade ile değerlendirmeleri EK-1.7'de, bulanık sayı ile değerlendirmeleri ise EK-1.8'de verilmiştir.

Tablo EK-1.7 KV'lerin C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

	KV_1	**KV_2**	**KV_3**	**KV_4**	**KV_5**	**KV_6**	**KV_7**	**KV_8**	**KV_9**
C_{51}	FI	EI	EI	EI	WI	EI	VI	WI	WI
C_{52}	VI	WI	VI	VI	FI	WI	AI	FI	AI
C_{53}	EI	FI	FI	AI	EI	AI	WI	EI	EI
C_{54}	AI	VI	AI	WI	VI	VI	FI	AI	FI
C_{55}	WI	AI	WI	FI	AI	FI	EI	VI	VI

Tablo EK-1.8 KV'lerin C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

		KV₁	**KV₂**	**KV₃**	**KV₄**	**KV₅**	**KV₆**	**KV₇**	**KV₈**	**KV₉**
C₅₁	l	1,50	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	2,50	0,67	0,67
	m	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00
	u	2,50	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	3,50	1,50	1,50
C₅₂	l	2,50	0,67	2,50	2,50	1,50	0,67	3,50	1,50	3,50
	m	3,00	1,00	3,00	3,00	2,00	1,00	4,00	2,00	4,00
	u	3,50	1,50	3,50	3,50	2,50	1,50	4,50	2,50	4,50
C₅₃	l	1,00	1,50	1,50	3,50	1,00	3,50	0,67	1,00	1,00
	m	1,00	2,00	2,00	4,00	1,00	4,00	1,00	1,00	1,00
	u	1,00	2,50	2,50	4,50	1,00	4,50	1,50	1,00	1,00
C₅₄	l	3,50	2,50	3,50	0,67	2,50	2,50	1,50	3,50	1,50
	m	4,00	3,00	4,00	1,00	3,00	3,00	2,00	4,00	2,00
	u	4,50	3,50	4,50	1,50	3,50	3,50	2,50	4,50	2,50
C₅₅	l	0,67	3,50	0,67	1,50	3,50	1,50	1,00	2,50	2,50
	m	1,00	4,00	1,00	2,00	4,00	2,00	1,00	3,00	3,00
	u	1,50	4,50	1,50	2,50	4,50	2,50	1,00	3,50	3,50

KV'lerin C_5 ana kriterinin alt kriterlerini bulanık dilsel ifade ve bulanık sayı değerleri ile değerlendirmeleri ardından, C_5 ana kriterinin alt kriterleri KV'lere göre aşağıda verildiği gibi sıralanmıştır.

$$\boldsymbol{KV}_1 = C_{53} > C_{55} > C_{51} > C_{52} > C_{54}$$
$$\boldsymbol{KV}_2 = C_{51} > C_{52} > C_{53} > C_{54} > C_{55}$$
$$\boldsymbol{KV}_3 = C_{51} > C_{55} > C_{53} > C_{52} > C_{54}$$
$$\boldsymbol{KV}_4 = C_{51} > C_{54} > C_{55} > C_{52} > C_{53}$$
$$\boldsymbol{KV}_5 = C_{53} > C_{51} > C_{52} > C_{54} > C_{55}$$
$$\boldsymbol{KV}_6 = C_{51} > C_{52} > C_{55} > C_{54} > C_{53}$$
$$\boldsymbol{KV}_7 = C_{55} > C_{53} > C_{54} > C_{51} > C_{52}$$
$$\boldsymbol{KV}_8 = C_{53} > C_{51} > C_{52} > C_{55} > C_{54}$$
$$\boldsymbol{KV}_9 = C_{53} > C_{51} > C_{54} > C_{55} > C_{52}$$

Bulanık FUCOM Yönteminde KV'lerin Optimum Bulanık Ağırlık Hesaplamaları

EK-1.9 Bulanık FUCOM Yönteminde KV'lere göre Koşul Değerleri

	Ana Kriterlerin İşlemleri	C_1 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri	C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri	C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri	C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri	C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin İşlemleri
KV_2	$\varphi_{C5/C1}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C16/C11}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C23/C21}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C33/C32}=(1,50;2,00;2,50)$	$\varphi_{C41/C43}=(0;67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C51/C52}=(0,67;1,00;1,50)$
	$\varphi_{C1/C3}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C11/C12}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C21/C22}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C32/C31}=(1,00;1,50;2,33)$	$\varphi_{C43/C42}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C52/C53}=(1,00;2,00;3,75)$
	$\varphi_{C3/C4}=(1,00;1,50;2,33)$	$\varphi_{C12/C13}=(1,00;1,50;2,33)$			$\varphi_{C42/C44}=(1,40;2,00;3,00)$	$\varphi_{C53/C54}=(1,00;1,50;2,33)$
	$\varphi_{C4/C2}=(1,00;1,33;1,80)$	$\varphi_{C13/C15}=(0,71;1,00;1,40)$	$\varphi_{C23/C22}=(0,67;2,00;5,63)$	$\varphi_{C33/C31}=(1,11;3,00;7,88)$		$\varphi_{C54/C55}=(1,00;1,33;1,80)$
		$\varphi_{C15/C14}=(1,00;1,33;1,80)$			$\varphi_{C41/C42}=(0,67;2,00;5,63)$	
	$\varphi_{C5/C3}=(0,67;2,00;5,63)$				$\varphi_{C43/C44}=(1,40;4,00;11,25)$	$\varphi_{C51/C53}=(0,67;2,00;5,63)$
	$\varphi_{C1/C4}=(1,00;3,00;8,75)$	$\varphi_{C16/C12}=(0,67;2,00;5,63)$				$\varphi_{C52/C54}=(1,00;3,00;8,75)$
	$\varphi_{C3/C2}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C11/C13}=(1,00;3,00;8,75)$				$\varphi_{C53/C55}=(1,00;2,00;4,20)$
		$\varphi_{C12/C15}=(0,71;1,50;3,27)$				
		$\varphi_{C13/C14}=(0,71;1,33;2,52)$				

KV$_3$	$\varphi_{C1/C3}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C3/C2}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C2/C4}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C4/C5}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C1/C2}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C3/C4}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C2/C5}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C13/C12}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C12/C15}=(0,44;1,00;2,25)$ $\varphi_{C15/C16}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C16/C14}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C14/C11}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C13/C15}=(0,30;1,00;3,38)$ $\varphi_{C12/C16}=(0,44;2,00;8,44)$ $\varphi_{C15/C14}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C16/C11}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C23/C22}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C22/C21}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C23/C21}=(0,67;2,00;5,63)$	$\varphi_{C32/C33}=(1,50;2,00;2,50)$ $\varphi_{C33/C31}=(1,40;2,00;3,00)$ $\varphi_{C32/C31}=(2,10;4,00;7,50)$	$\varphi_{C42/C43}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C43/C44}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C44/C41}=(1,40;2,00;3,00)$ $\varphi_{C42/C44}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C43/C41}=(1,40;4,00;11,25)$	$\varphi_{C51/C55}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C55/C53}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C53/C52}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C52/C54}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C51/C53}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C55/C52}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C53/C54}=(1,00;2,00;4,20)$
KV$_4$	$\varphi_{C3/C4}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C4/C5}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C5/C1}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C1/C2}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C3/C5}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C4/C1}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C5/C2}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C12/C14}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C14/C15}=(0,44;1,00;2,25)$ $\varphi_{C15/C11}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C11/C16}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C16/C13}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C12/C15}=(0,30;1,00;3,38)$ $\varphi_{C14/C11}=(0,44;2,00;8,44)$ $\varphi_{C15/C16}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C11/C13}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C23/C22}=(2,50;3,00;3,50)$ $\varphi_{C22/C21}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C23/C21}=(2,50;4,00;6,30)$	$\varphi_{C31/C32}=(1,50;2,00;2,50)$ $\varphi_{C32/C33}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C31/C33}=(1,11;3,00;7,88)$	$\varphi_{C44/C43}=(1,50;2,00;2,50)$ $\varphi_{C413C42}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C42/C41}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C44/C42}=(1,50;3,00;5,83)$ $\varphi_{C43/C41}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C51/C54}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C54/C55}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C55/C52}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C52/C53}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C51/C55}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C54/C52}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C55/C53}=(1,00;2,00;4,20)$

KV5	$\varphi_{C3/C1}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C1/C5}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C5/C2}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C2/C4}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C3/C5}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C1/C2}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C5/C4}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C12/C11}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C11/C13}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C13/C14}=(0,60;1,00;1,67)$ $\varphi_{C14/C16}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C16/C15}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C12/C13}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C11/C14}=(0,60;2,00;6,25)$ $\varphi_{C13/C16}=(0,60;1,50;3,89)$ $\varphi_{C14/C15}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C23/C21}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C21/C22}=(2,33;4,00;6,75)$ $\varphi_{C23/C22}=(1,56;4,00;4,50)$	$\varphi_{C33/C32}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C32/C31}=(1,67;3,00;5,25)$ $\varphi_{C33/C31}=(1,11;3,00;7,88)$	$\varphi_{C42/C44}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C44/C43}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C43/C41}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C42/C43}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C44/C41}=(1,00;3,00;8,75)$	$\varphi_{C53/C51}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C51/C52}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C52/C54}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C54/C55}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C53/C52}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C51/C54}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C52/C55}=(1,00;2,00;4,20)$
KV6	$\varphi_{C3/C5}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C5/C1}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C1/C4}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C4/C2}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C3/C1}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C5/C4}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C1/C2}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C14/C11}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C11/C13}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C13/C12}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C12/C15}=(0,71;1,00;1,40)$ $\varphi_{C15/C16}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C14/C13}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C11/C12}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C13/C15}=(0,71;1,50;3,27)$ $\varphi_{C12/C16}=(0,71;1,33;2,52)$	$\varphi_{C21/C22}=(1,50;2,00;2,50)$ $\varphi_{C22/C23}=(1,40;2,00;3,00)$ $\varphi_{C21/C23}=(2,10;4,00;7,50)$	$\varphi_{C32/C33}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C33/C31}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C32/C31}=(0,67;2,00;5,63)$	$\varphi_{C42/C41}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C41/C44}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C44/C43}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C42/C44}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C41/C43}=(1,00;3,00;8,75)$	$\varphi_{C51/C52}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C52/C55}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C55/C54}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C55/C53}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C51/C55}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C52/C54}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C55/C53}=(1,00;2,00;4,20)$

$\mathbf{KV_7}$	$\varphi_{C3/C1}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C1/C2}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C2/C5}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C5/C4}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C3/C2}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C1/C5}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C2/C4}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C12/C14}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C14/C16}=(0,44;1,00;2,25)$ $\varphi_{C16/C15}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C15/C11}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C11/C13}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C12/C16}=(0,30;1,00;3,38)$ $\varphi_{C14/C15}=(0,44;2,00;8,44)$ $\varphi_{C16/C11}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C15/C13}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C22/C23}=(2,50;3,00;3,50)$ $\varphi_{C23/C21}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C22/C21}=(2,50;4,00;6,30)$	$\varphi_{C32/C33}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C33/C31}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C32/C31}=(0,67;2,00;5,63)$	$\varphi_{C42/C41}=(1,50;2,00;2,50)$ $\varphi_{C41/C43}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C43/C44}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C42/C43}=(1,50;3,00;5,83)$ $\varphi_{C41/C44}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C55/C53}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C53/C54}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C54/C51}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C51/C52}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C55/C54}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C53/C51}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C54/C52}=(1,00;2,00;4,20)$
$\mathbf{KV_8}$	$\varphi_{C3/C1}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C1/C5}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C5/C2}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C2/C4}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C3/C5}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C1/C2}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C5/C4}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C12/C14}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C14/C16}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C16/C11}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C11/C15}=(0,71;1,00;1,40)$ $\varphi_{C15/C13}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C12/C16}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C14/C11}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C16/C15}=(0,71;1,50;3,27)$ $\varphi_{C11/C13}=(0,71;1,33;2,52)$	$\varphi_{C22/C23}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C23/C21}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C22/C21}=(0,67;2,00;5,63)$	$\varphi_{C33/C32}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C32/C31}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C33/C31}=(0,67;2,00;5,63)$	$\varphi_{C42/C41}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C41/C43}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C43/C44}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C42/C43}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C41/C44}=(1,00;3,00;8,75)$	$\varphi_{C53/C51}=(0,67;1,00;1,50)$ $\varphi_{C51/C52}=(1,00;2,00;3,75)$ $\varphi_{C52/C55}=(1,00;1,50;2,33)$ $\varphi_{C55/C54}=(1,00;1,33;1,80)$ $\varphi_{C53/C52}=(0,67;2,00;5,63)$ $\varphi_{C51/C55}=(1,00;3,00;8,75)$ $\varphi_{C52/C54}=(1,00;2,00;4,20)$

KV9	$\varphi_{C3/C2}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C12/C11}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C23/C21}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C33/C31}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C42/C43}=(0,67;1,00;1,50)$	$\varphi_{C53/C51}=(0,67;1,00;1,50)$
	$\varphi_{C2/C5}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C11/C14}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C21/C22}=(1,67;3,00;5,25)$	$\varphi_{C31/C32}=(1,00;2,00;3,75)$	$\varphi_{C43/C41}=(1,67;3,00;5,25)$	$\varphi_{C51/C54}=(1,00;2,00;3,75)$
	$\varphi_{C5/C1}=(1,00;1,50;2,33)$	$\varphi_{C14/C15}=(1,00;2,00;3,75)$			$\varphi_{C41/C44}=(1,00;1,33;1,80)$	$\varphi_{C54/C55}=(1,00;1,50;2,33)$
	$\varphi_{C1/C4}=(1,00;1,33;1,80)$	$\varphi_{C15/C13}=(1,00;1,50;2,33)$	$\varphi_{C23/C22}=(1,11;3,00;7,88)$	$\varphi_{C33/C32}=(0,67;2,00;5,63)$		$\varphi_{C55/C52}=(1,00;1,33;1,80)$
		$\varphi_{C13/C16}=(1,00;1,33;1,80)$			$\varphi_{C42/C41}=(1,11;3,00;7,88)$	
	$\varphi_{C3/C5}=(0,67;2,00;5,63)$				$\varphi_{C43/C44}=(1,67;4,00;9,45)$	$\varphi_{C53/C54}=(0,67;2,00;5,63)$
	$\varphi_{C2/C1}=(1,00;3,00;8,75)$	$\varphi_{C12/C14}=(0,67;2,00;5,63)$				$\varphi_{C51/C55}=(1,00;3,00;8,75)$
	$\varphi_{C5/C4}=(1,00;2,00;4,20)$	$\varphi_{C11/C15}=(0,60;2,00;6,25)$				$\varphi_{C54/C52}=(1,00;2,00;4,20)$
		$\varphi_{C14/C13}=(0,60;1,50;3,89)$				
		$\varphi_{C15/C16}=(1,00;2,00;4,20)$				

Bulanık FUCOM Yönteminde KV'ler için Kullanılan Denklem Takımları

KV_1'in C_2 ana kriterine ait alt kriterleri için hesaplanan matematiksel ifadeler, 19 numaralı denklem yardımıyla çözülmüş ve aşağıda verilen matematiksel model oluşturulmuştur.

$$MinX$$

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{l}-1.00w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-1.00w_{21}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{21}^{m}-2.00w_{22}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-1.50w_{21}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{u}-3.75w_{22}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-2.00w_{22}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-5.63w_{22}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

KV_1'in C_3 ana kriterine ait alt kriterleri için hesaplanan matematiksel ifadeler, 19 numaralı denklem yardımıyla çözülmüş ve aşağıda verilen matematiksel model oluşturulmuştur.

$$MinX$$

$$\left|w_{33}^{l}-0.67w_{32}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{l}-1.67w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-1.00w_{32}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{32}^{m}-3.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-1.50w_{32}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-5.25w_{31}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{33}^{l}-1.11w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-3.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-7.88w_{31}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

KV_1'in C_4 ana kriterine ait alt kriterleri için hesaplanan matematiksel ifadeler, 19 numaralı denklem yardımıyla çözülmüş ve aşağıda verilen matematiksel model oluşturulmuştur.

MinX

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{l}-1.00w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-1.00w_{41}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{41}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{m}-1.50w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{u}-1.50w_{41}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-3.75w_{44}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{44}^{u}-2.33w_{43}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{m}-3.00w_{43}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{42}^{u}-5.63w_{44}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-8.75w_{43}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

KV_1'in C_5 ana kriterine ait alt kriterleri için hesaplanan matematiksel ifadeler, 19 numaralı denklem yardımıyla çözülmüş ve aşağıda verilen matematiksel model oluşturulmuştur.

MinX

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-1.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-2.00w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-1.50w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-1.33w_{54}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-1.50w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-3.75w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-2.33w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-1.80w_{54}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-2.00w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-3.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-5.63w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-8.75w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-4.20w_{54}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u}, w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u}, w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u}, w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

2 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_5^l - 0.67w_1^u\right| \le X,\ \left|w_1^l - 1.00w_3^u\right| \le X,\ \left|w_3^l - 1.00w_4^u\right| \le X,\ \left|w_4^l - 1.00w_2^u\right| \le X$$
$$\left|w_5^m - 1.00w_1^m\right| \le X,\ \left|w_1^m - 2.00w_3^m\right| \le X,\ \left|w_3^m - 1.50w_4^m\right| \le X,\ \left|w_4^m - 1.33w_2^m\right| \le X$$
$$\left|w_5^u - 1.50w_1^l\right| \le X,\ \left|w_1^u - 3.75w_3^l\right| \le X,\ \left|w_3^u - 2.33w_4^l\right| \le X,\ \left|w_4^u - 1.80w_2^l\right| \le X$$

$$\left|w_5^l - 0.67w_3^u\right| \le X,\ \left|w_1^l - 1.00w_4^u\right| \le X,\ \left|w_3^l - 1.00w_2^u\right| \le X$$
$$\left|w_5^m - 2.00w_3^m\right| \le X,\ \left|w_1^m - 3.00w_4^m\right| \le X,\ \left|w_3^m - 2.00w_2^m\right| \le X$$
$$\left|w_5^u - 5.63w_3^l\right| \le X,\ \left|w_1^u - 8.75w_4^l\right| \le X,\ \left|w_3^u - 4.20w_2^l\right| \le X$$

$$\left(w_1^l + 4w_1^m + w_1^u\right)/6 + \left(w_2^l + 4w_2^m + w_2^u\right)/6 + \left(w_3^l + 4w_3^m + w_3^u\right)/6 +$$
$$\left(w_4^l + 4w_4^m + w_4^u\right)/6 + \left(w_5^l + 4w_5^m + w_5^u\right)/6 = 1$$
$$w_1^l \le w_1^m \le w_1^u, w_2^l \le w_2^m \le w_2^u, w_3^l \le w_3^m \le w_3^u, w_4^l \le w_4^m \le w_4^u, w_5^l \le w_5^m \le w_5^u$$
$$0 \le w_1^l,\ 0 \le w_2^l,\ 0 \le w_3^l,\ 0 \le w_4^l,\ 0 \le w_5^l,$$

2 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{16}^{l}-0.67w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{12}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{l}-0.71w_{15}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{16}^{m}-1.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{12}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{m}-1.50w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{16}^{u}-1.50w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-3.75w_{12}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{u}-2.33w_{13}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{u}-1.40w_{15}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{15}^{l}-1.00w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-1.33w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-1.80w_{14}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{16}^{l}-0.67w_{12}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{l}-0.71w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{l}-0.71w_{14}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{16}^{m}-2.00w_{12}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-3.00w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{m}-1.50w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{m}-1.33w_{14}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{16}^{u}-5.63w_{12}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-8.75w_{13}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{u}-3.27w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{u}-2.52w_{14}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

2 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{l}-1.00w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-1.00w_{21}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{21}^{m}-2.00w_{22}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-1.50w_{21}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{u}-3.75w_{22}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-2.00w_{22}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-5.63w_{22}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

2 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{33}^{l}-1.50w_{32}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{l}-1.00w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-2.00w_{32}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{32}^{m}-1.50w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-2.50w_{32}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-2.33w_{31}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{33}^{l}-1.50w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-3.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-5.83w_{31}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

2 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takım

$$MinX$$

$$\left|w_{41}^{l}-0.67w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.00w_{42}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{l}-1.40w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{m}-1.00w_{43}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{43}^{m}-2.00w_{42}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-1.50w_{43}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-3.75w_{42}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{42}^{u}-3.00w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{41}^{l}-0.67w_{42}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.40w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{m}-2.00w_{42}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{m}-4.00w_{44}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{41}^{u}-5.63w_{42}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-11.25w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

2 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{51}^{l}-0.67w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{53}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{m}-1.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-2.00w_{53}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{m}-1.50w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-1.33w_{55}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{u}-1.50w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-3.75w_{53}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{u}-2.33w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-1.80w_{55}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-2.00w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-3.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-5.63w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-8.75w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-4.20w_{54}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u},w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u},w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u},w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

3 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{1}^{l}-0.67w_{3}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{3}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{1}^{m}-1.00w_{3}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{3}^{m}-2.00w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-1.50w_{4}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{m}-1.33w_{5}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{1}^{u}-1.50w_{3}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{3}^{u}-3.75w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-2.33w_{4}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{u}-1.80w_{5}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{1}^{l}-0.67w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{3}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{1}^{m}-2.00w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{3}^{m}-3.00w_{4}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{1}^{u}-5.63w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{3}^{u}-8.75w_{4}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-4.20w_{5}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{1}^{l}+4w_{1}^{m}+w_{1}^{u}\right)/6+\left(w_{2}^{l}+4w_{2}^{m}+w_{2}^{u}\right)/6+\left(w_{3}^{l}+4w_{3}^{m}+w_{3}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{4}^{l}+4w_{4}^{m}+w_{4}^{u}\right)/6+\left(w_{5}^{l}+4w_{5}^{m}+w_{5}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{1}^{l}\le w_{1}^{m}\le w_{1}^{u},w_{2}^{l}\le w_{2}^{m}\le w_{2}^{u},w_{3}^{l}\le w_{3}^{m}\le w_{3}^{u},w_{4}^{l}\le w_{4}^{m}\le w_{4}^{u},w_{5}^{l}\le w_{5}^{m}\le w_{5}^{u}$$
$$0\le w_{1}^{l},\ 0\le w_{2}^{l},\ 0\le w_{3}^{l},\ 0\le w_{4}^{l},\ 0\le w_{5}^{l},$$

3 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{13}^{l}-0.67w_{12}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{l}-0.44w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-1.00w_{14}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{m}-1.00w_{12}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-2.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-1.50w_{14}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{u}-1.50w_{12}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{u}-2.25w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-3.75w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-2.33w_{14}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{14}^{l}-1.00w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-1.33w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-1.80w_{11}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{13}^{l}-0.30w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{l}-0.44w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-1.00w_{11}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{m}-2.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-3.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-2.00w_{11}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{u}-3.38w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{u}-8.44w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-8.75w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-4.20w_{11}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

3 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{l}-1.00w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-1.00w_{22}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{22}^{m}-2.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-1.50w_{22}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-3.75w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-2.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-5.63w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

3 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{32}^{l}-1.50w_{33}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{l}-1.40w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{m}-2.00w_{33}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{33}^{m}-2.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-2.50w_{33}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-3.00w_{31}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{32}^{l}-2.10w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{m}-4.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-7.50w_{31}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

3 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{l}-1.40w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-1.00w_{43}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{43}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{m}-2.00w_{41}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{u}-1.50w_{43}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-3.75w_{44}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{44}^{u}-3.00w_{41}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{l}-1.40w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-4.00w_{41}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{42}^{u}-5.63w_{44}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-11.25w_{41}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

3 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{51}^{l}-0.67w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{53}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{m}-1.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-2.00w_{53}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{m}-1.50w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-1.33w_{54}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{u}-1.50w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-3.75w_{53}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{u}-2.33w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-1.80w_{54}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{51}^{l}-0.67w_{53}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{m}-2.00w_{53}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-3.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{u}-5.63w_{53}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-8.75w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{u}-4.20w_{54}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u}, w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u}, w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u}, w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

4 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{4}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-1.00w_{4}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-1.50w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-1.33w_{2}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-1.50w_{4}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{u}-3.75w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-2.33w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-1.80w_{2}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{l}-1.00w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{m}-3.00w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-2.00w_{2}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-5.63w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{u}-8.75w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-4.20w_{2}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{1}^{l}+4w_{1}^{m}+w_{1}^{u}\right)/6+\left(w_{2}^{l}+4w_{2}^{m}+w_{2}^{u}\right)/6+\left(w_{3}^{l}+4w_{3}^{m}+w_{3}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{4}^{l}+4w_{4}^{m}+w_{4}^{u}\right)/6+\left(w_{5}^{l}+4w_{5}^{m}+w_{5}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{1}^{l}\le w_{1}^{m}\le w_{1}^{u}, w_{2}^{l}\le w_{2}^{m}\le w_{2}^{u}, w_{3}^{l}\le w_{3}^{m}\le w_{3}^{u}, w_{4}^{l}\le w_{4}^{m}\le w_{4}^{u}, w_{5}^{l}\le w_{5}^{m}\le w_{5}^{u}$$
$$0\le w_{1}^{l},\ 0\le w_{2}^{l},\ 0\le w_{3}^{l},\ 0\le w_{4}^{l},\ 0\le w_{5}^{l},$$

4 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-0.44w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-1.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-2.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-1.50w_{16}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-1.50w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-2.25w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-3.75w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-2.33w_{16}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{16}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-1.33w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-1.80w_{13}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.30w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-0.44w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-2.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-3.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{13}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-3.38w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-8.44w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-8.75w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-4.20w_{13}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

4 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{23}^{l}-2.50w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{l}-1.00w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-3.00w_{22}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{22}^{m}-1.33w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-3.50w_{22}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-1.80w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{23}^{l}-2.50w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-4.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-6.30w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

4 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{31}^{l}-1.50w_{32}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{l}-1.00w_{33}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{31}^{m}-2.00w_{32}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{32}^{m}-1.50w_{33}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{31}^{u}-2.50w_{32}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-2.33w_{33}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{31}^{l}-1.50w_{33}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{31}^{m}-3.00w_{33}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{31}^{u}-5.83w_{33}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

4 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{44}^{l}-1.50w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.00w_{42}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{l}-1.00w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{m}-2.00w_{43}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{43}^{m}-1.50w_{42}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-1.33w_{41}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{u}-2.50w_{43}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-2.33w_{42}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{42}^{u}-1.88w_{41}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{44}^{l}-1.50w_{42}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.00w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{m}-3.00w_{42}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{m}-2.00w_{41}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{44}^{u}-5.83w_{42}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-4.20w_{41}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

4 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{51}^{l}-0.67w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{53}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{m}-1.00w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-2.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-1.50w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-1.33w_{53}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{u}-1.50w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-3.75w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-2.33w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-1.80w_{53}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{51}^{l}-0.67w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{53}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{m}-2.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-3.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-2.00w_{53}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{u}-5.63w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-8.75w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-4.20w_{53}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u}, w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u}, w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u}, w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

5 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-1.00w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-1.50w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-1.33w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-1.50w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-3.75w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-2.33w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-1.80w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-3.00w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-2.00w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-5.63w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-8.75w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-4.20w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{1}^{l}+4w_{1}^{m}+w_{1}^{u}\right)/6+\left(w_{2}^{l}+4w_{2}^{m}+w_{2}^{u}\right)/6+\left(w_{3}^{l}+4w_{3}^{m}+w_{3}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{4}^{l}+4w_{4}^{m}+w_{4}^{u}\right)/6+\left(w_{5}^{l}+4w_{5}^{m}+w_{5}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{1}^{l}\le w_{1}^{m}\le w_{1}^{u}, w_{2}^{l}\le w_{2}^{m}\le w_{2}^{u}, w_{3}^{l}\le w_{3}^{m}\le w_{3}^{u}, w_{4}^{l}\le w_{4}^{m}\le w_{4}^{u}, w_{5}^{l}\le w_{5}^{m}\le w_{5}^{u}$$
$$0\le w_{1}^{l},\ 0\le w_{2}^{l},\ 0\le w_{3}^{l},\ 0\le w_{4}^{l},\ 0\le w_{5}^{l},$$

5 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{l}-0.60w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-1.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{m}-1.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-1.50w_{16}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-1.50w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-3.75w_{13}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{u}-1.67w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-2.33w_{16}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{16}^{l}-1.00w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-1.33w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-1.80w_{15}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-0.60w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{l}-0.60w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-1.00w_{15}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-2.00w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{m}-1.50w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-2.00w_{15}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-5.63w_{13}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-6.25w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{u}-3.89w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-4.20w_{15}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

5 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{l}-2.33w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-1.00w_{22}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{22}^{m}-4.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-1.50w_{22}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-6.75w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{23}^{l}-1.56w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-4.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-10.13w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

5 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{33}^{l}-0.67w_{32}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{l}-1.67w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-1.00w_{32}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{32}^{m}-3.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-1.50w_{32}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-5.25w_{31}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{33}^{l}-1.11w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-3.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-7.88w_{31}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

5 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{l}-1.00w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.00w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-1.00w_{44}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{44}^{m}-2.00w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{m}-1.50w_{41}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{u}-1.50w_{44}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{u}-3.475w_{43}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{43}^{u}-2.33w_{41}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{l}-1.00w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-2.00w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{m}-3.00w_{41}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{42}^{u}-5.63w_{43}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{u}-8.75w_{41}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

5 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-1.00w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-2.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-1.50w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-1.33w_{55}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-1.50w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-3.75w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-2.33w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-1.80w_{55}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-2.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-3.00w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-2.00w_{55}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-5.63w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-8.75w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-4.20w_{55}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u}, w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u}, w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u}, w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

6 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-1.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-2.00w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-1.50w_{4}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{m}-1.33w_{2}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-1.50w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-3.75w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-2.33w_{4}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{4}^{u}-1.80w_{2}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-2.00w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-3.00w_{4}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-2.00w_{2}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-5.63w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-8.75w_{4}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-4.20w_{2}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{1}^{l}+4w_{1}^{m}+w_{1}^{u}\right)/6+\left(w_{2}^{l}+4w_{2}^{m}+w_{2}^{u}\right)/6+\left(w_{3}^{l}+4w_{3}^{m}+w_{3}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{4}^{l}+4w_{4}^{m}+w_{4}^{u}\right)/6+\left(w_{5}^{l}+4w_{5}^{m}+w_{5}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{1}^{l}\le w_{1}^{m}\le w_{1}^{u}, w_{2}^{l}\le w_{2}^{m}\le w_{2}^{u}, w_{3}^{l}\le w_{3}^{m}\le w_{3}^{u}, w_{4}^{l}\le w_{4}^{m}\le w_{4}^{u}, w_{5}^{l}\le w_{5}^{m}\le w_{5}^{u}$$
$$0\le w_{1}^{l},\ 0\le w_{2}^{l},\ 0\le w_{3}^{l},\ 0\le w_{4}^{l},\ 0\le w_{5}^{l},$$

6 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{14}^{l}-0.67w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{l}-1.00w_{12}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{l}-0.71w_{15}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{14}^{m}-1.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{m}-1.50w_{12}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{14}^{u}-1.50w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-3.75w_{13}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{u}-2.33w_{12}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{u}-1.40w_{15}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{15}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-1.33w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-1.80w_{16}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{14}^{l}-0.67w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{12}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{l}-0.71w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{l}-0.71w_{16}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{14}^{m}-2.00w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-3.00w_{12}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{m}-1.50w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{m}-1.33w_{16}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{14}^{u}-5.63w_{13}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-8.75w_{12}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{u}-3.27w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{12}^{u}-2.52w_{16}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

6 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{21}^{l}-1.50w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{l}-1.40w_{23}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{m}-2.00w_{22}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{22}^{m}-2.00w_{23}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{u}-2.50w_{22}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-3.00w_{23}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{21}^{l}-2.10w_{23}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{m}-4.00w_{23}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{u}-7.50w_{23}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

6 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{32}^{l}-0.67w_{33}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{l}-1.00w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{m}-1.00w_{33}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{33}^{m}-2.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-1.50w_{33}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-3.75w_{31}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{32}^{l}-0.67w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{m}-2.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-5.63w_{31}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

6 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{l}-1.00w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-1.00w_{41}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{41}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{44}^{m}-1.50w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{u}-1.50w_{41}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-3.75w_{44}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{44}^{u}-2.33w_{43}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{m}-3.00w_{43}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{42}^{u}-5.63w_{44}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-8.75w_{43}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

6 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{51}^{l}-0.67w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{53}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{m}-1.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-2.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-1.50w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-1.33w_{53}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{u}-1.50w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-3.75w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-2.33w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-1.80w_{53}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{51}^{l}-0.67w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{53}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{m}-2.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-3.00w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-2.00w_{53}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{51}^{u}-5.63w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-8.75w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-4.20w_{53}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u}, w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u}, w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u}, w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

7 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-1.00w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-2.00w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-1.50w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-1.33w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-1.50w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-3.75w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-2.33w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-1.80w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-2.00w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-3.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-2.00w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-5.63w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-8.75w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-4.20w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{1}^{l}+4w_{1}^{m}+w_{1}^{u}\right)/6+\left(w_{2}^{l}+4w_{2}^{m}+w_{2}^{u}\right)/6+\left(w_{3}^{l}+4w_{3}^{m}+w_{3}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{4}^{l}+4w_{4}^{m}+w_{4}^{u}\right)/6+\left(w_{5}^{l}+4w_{5}^{m}+w_{5}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{1}^{l}\le w_{1}^{m}\le w_{1}^{u}, w_{2}^{l}\le w_{2}^{m}\le w_{2}^{u}, w_{3}^{l}\le w_{3}^{m}\le w_{3}^{u}, w_{4}^{l}\le w_{4}^{m}\le w_{4}^{u}, w_{5}^{l}\le w_{5}^{m}\le w_{5}^{u}$$
$$0\le w_{1}^{l},\ 0\le w_{2}^{l},\ 0\le w_{3}^{l},\ 0\le w_{4}^{l},\ 0\le w_{5}^{l},$$

7 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-0.44w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-1.00w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{11}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-1.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-1.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-2.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-1.50w_{11}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-1.50w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-2.25w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-3.75w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-2.33w_{11}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{11}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-1.33w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-1.80w_{13}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.30w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-0.44w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-1.00w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-1.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-2.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-3.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-2.00w_{13}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-3.38w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-8.44w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-8.75w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-4.20w_{13}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

7 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{22}^{l}-2.50w_{23}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{l}-1.00w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{m}-3.00w_{23}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{23}^{m}-1.33w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-3.50w_{23}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-1.80w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{22}^{l}-2.50w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{m}-4.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-6.30w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

7 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{32}^{l}-0.67w_{33}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{l}-1.00w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{m}-1.00w_{33}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{33}^{m}-2.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-1.50w_{33}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-3.75w_{31}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{32}^{l}-0.67w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{m}-2.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-5.63w_{31}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

7 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{42}^{l}-1.50w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-2.00w_{41}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{41}^{m}-1.50w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{m}-1.33w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{u}-2.50w_{41}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-2.33w_{43}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{43}^{u}-1.80w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{42}^{l}-1.50w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-3.00w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{m}-2.00w_{44}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{42}^{u}-5.83w_{43}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-4.20w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

7 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{55}^{l}-0.67w_{53}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{55}^{m}-1.00w_{53}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-1.50w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-1.33w_{52}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{55}^{u}-1.50w_{53}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{u}-3.75w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-2.33w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-1.80w_{52}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{55}^{l}-0.67w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{l}-1.00w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{55}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{m}-3.00w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-2.00w_{52}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{55}^{u}-5.63w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{53}^{u}-8.75w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-4.20w_{52}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u}, w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u}, w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u}, w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

8 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-1.00w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-1.50w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-1.33w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-1.50w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-3.75w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-2.33w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-1.80w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-3.00w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-2.00w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-5.63w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-8.75w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-4.20w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{1}^{l}+4w_{1}^{m}+w_{1}^{u}\right)/6+\left(w_{2}^{l}+4w_{2}^{m}+w_{2}^{u}\right)/6+\left(w_{3}^{l}+4w_{3}^{m}+w_{3}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{4}^{l}+4w_{4}^{m}+w_{4}^{u}\right)/6+\left(w_{5}^{l}+4w_{5}^{m}+w_{5}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{1}^{l}\le w_{1}^{m}\le w_{1}^{u}, w_{2}^{l}\le w_{2}^{m}\le w_{2}^{u}, w_{3}^{l}\le w_{3}^{m}\le w_{3}^{u}, w_{4}^{l}\le w_{4}^{m}\le w_{4}^{u}, w_{5}^{l}\le w_{5}^{m}\le w_{5}^{u}$$
$$0\le w_{1}^{l},\ 0\le w_{2}^{l},\ 0\le w_{3}^{l},\ 0\le w_{4}^{l},\ 0\le w_{5}^{l},$$

8 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-1.00w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-0.71w_{15}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-1.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-2.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-1.50w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-1.50w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-3.75w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-2.33w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-1.40w_{15}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{15}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-1.33w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-1.80w_{13}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-1.00w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{l}-0.71w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-0.71w_{13}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-2.00w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-3.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{m}-1.50w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-1.33w_{13}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-5.63w_{16}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-8.75w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{16}^{u}-3.27w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-2.52w_{13}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

8 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{22}^{l}-0.67w_{23}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{l}-1.00w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{m}-1.00w_{23}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{23}^{m}-2.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-1.50w_{23}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-3.75w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{22}^{l}-0.67w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{m}-2.00w_{21}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{22}^{u}-5.63w_{21}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

8 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{33}^{l}-0.67w_{32}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{l}-1.00w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-1.00w_{32}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{32}^{m}-2.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-1.50w_{32}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{32}^{u}-3.75w_{31}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{33}^{l}-0.67w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-2.00w_{31}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-5.63w_{31}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

8 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-1.00w_{41}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{41}^{m}-2.00w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{m}-1.50w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{u}-1.50w_{41}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-3.75w_{43}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{43}^{u}-2.33w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-2.00w_{43}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{m}-3.00w_{44}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{42}^{u}-5.63w_{43}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{u}-8.75w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

8 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-1.00w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-2.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-1.50w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-1.33w_{54}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-1.50w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-3.75w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-2.33w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-1.80w_{54}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{52}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-2.00w_{52}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-3.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-5.63w_{52}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-8.75w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{52}^{u}-4.20w_{54}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u}, w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u}, w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u}, w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

9 numaralı KV için ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{2}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-1.00w_{2}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-1.50w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{m}-1.33w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-1.50w_{2}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-3.75w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-2.33w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{1}^{u}-1.80w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{3}^{l}-0.67w_{5}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{l}-1.00w_{1}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{l}-1.00w_{4}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{m}-2.00w_{5}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{m}-3.00w_{1}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{m}-2.00w_{4}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{3}^{u}-5.63w_{5}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{2}^{u}-8.75w_{1}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{5}^{u}-4.20w_{4}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{1}^{l}+4w_{1}^{m}+w_{1}^{u}\right)/6+\left(w_{2}^{l}+4w_{2}^{m}+w_{2}^{u}\right)/6+\left(w_{3}^{l}+4w_{3}^{m}+w_{3}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{4}^{l}+4w_{4}^{m}+w_{4}^{u}\right)/6+\left(w_{5}^{l}+4w_{5}^{m}+w_{5}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{1}^{l}\le w_{1}^{m}\le w_{1}^{u}, w_{2}^{l}\le w_{2}^{m}\le w_{2}^{u}, w_{3}^{l}\le w_{3}^{m}\le w_{3}^{u}, w_{4}^{l}\le w_{4}^{m}\le w_{4}^{u}, w_{5}^{l}\le w_{5}^{m}\le w_{5}^{u}$$
$$0\le w_{1}^{l},\ 0\le w_{2}^{l},\ 0\le w_{3}^{l},\ 0\le w_{4}^{l},\ 0\le w_{5}^{l},$$

9 numaralı KV için C_1 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{11}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-1.00w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-0.60w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{13}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-1.00w_{11}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-1.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-1.50w_{13}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-1.50w_{11}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-3.75w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-1.67w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-2.33w_{13}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{13}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{m}-1.33w_{16}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{13}^{u}-1.80w_{16}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{12}^{l}-0.67w_{14}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{l}-0.60w_{15}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{l}-0.60w_{13}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{l}-1.00w_{16}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{m}-2.00w_{14}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{m}-2.00w_{15}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{m}-1.50w_{13}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{m}-2.00w_{16}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{12}^{u}-5.63w_{14}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{11}^{u}-6.25w_{15}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{14}^{u}-3.89w_{13}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{15}^{u}-4.20w_{16}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{11}^{l}+4w_{11}^{m}+w_{11}^{u}\right)/6+\left(w_{12}^{l}+4w_{12}^{m}+w_{12}^{u}\right)/6+\left(w_{13}^{l}+4w_{13}^{m}+w_{13}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{14}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6+\left(w_{15}^{l}+4w_{15}^{m}+w_{15}^{u}\right)/6+\left(w_{16}^{l}+4w_{16}^{m}+w_{16}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{11}^{l}\le w_{11}^{m}\le w_{11}^{u}, w_{12}^{l}\le w_{12}^{m}\le w_{12}^{u}, w_{13}^{l}\le w_{13}^{m}\le w_{13}^{u}, w_{14}^{l}\le w_{14}^{m}\le w_{14}^{u}, w_{15}^{l}\le w_{15}^{m}\le w_{15}^{u}$$
$$w_{16}^{l}\le w_{16}^{m}\le w_{16}^{u}$$
$$0\le w_{11}^{l},\ 0\le w_{12}^{l},\ 0\le w_{13}^{l},\ 0\le w_{14}^{l},\ 0\le w_{15}^{l},\ 0\le w_{16}^{l}$$

9 numaralı KV için C_2 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{23}^{l}-0.67w_{21}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{l}-1.67w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-1.00w_{21}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{21}^{m}-3.00w_{22}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-1.50w_{21}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{21}^{u}-5.25w_{22}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{23}^{l}-1.11w_{22}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{m}-3.00w_{22}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{23}^{u}-7.88w_{22}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{21}^{l}+4w_{21}^{m}+w_{21}^{u}\right)/6+\left(w_{22}^{l}+4w_{22}^{m}+w_{22}^{u}\right)/6+\left(w_{23}^{l}+4w_{23}^{m}+w_{23}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{21}^{l}\le w_{21}^{m}\le w_{21}^{u}, w_{22}^{l}\le w_{22}^{m}\le w_{22}^{u}, w_{23}^{l}\le w_{23}^{m}\le w_{23}^{u}$$
$$0\le w_{21}^{l},\ 0\le w_{22}^{l},\ 0\le w_{23}^{l}$$

9 numaralı KV için C_3 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{33}^{l}-0.67w_{31}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{31}^{l}-1.00w_{32}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-1.00w_{31}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{31}^{m}-2.00w_{32}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-1.50w_{31}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{31}^{u}-3.75w_{32}^{l}\right|\le X,$$

$$\left|w_{33}^{l}-0.67w_{32}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{m}-2.00w_{32}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{33}^{u}-5.63w_{32}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{31}^{l}+4w_{31}^{m}+w_{31}^{u}\right)/6+\left(w_{32}^{l}+4w_{32}^{m}+w_{32}^{u}\right)/6+\left(w_{33}^{l}+4w_{33}^{m}+w_{33}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{31}^{l}\le w_{31}^{m}\le w_{31}^{u}, w_{32}^{l}\le w_{32}^{m}\le w_{32}^{u}, w_{33}^{l}\le w_{33}^{m}\le w_{33}^{u}$$
$$0\le w_{31}^{l},\ 0\le w_{32}^{l},\ 0\le w_{33}^{l}$$

9 numaralı KV için C_4 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

$$MinX$$

$$\left|w_{42}^{l}-0.67w_{43}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.67w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{l}-1.00w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-1.00w_{43}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{43}^{m}-3.00w_{41}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{41}^{m}-1.33w_{44}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{u}-1.50w_{43}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-5.25w_{41}^{l}\right|\le X$$
$$\left|w_{41}^{u}-1.80w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{42}^{l}-1.11w_{41}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{l}-1.67w_{44}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{42}^{m}-3.00w_{41}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{m}-4.00w_{44}^{m}\right|\le X,$$
$$\left|w_{42}^{u}-7.88w_{41}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{43}^{u}-9.45w_{44}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{41}^{l}+4w_{41}^{m}+w_{41}^{u}\right)/6+\left(w_{42}^{l}+4w_{42}^{m}+w_{42}^{u}\right)/6+\left(w_{43}^{l}+4w_{43}^{m}+w_{43}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{44}^{l}+4w_{14}^{m}+w_{14}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{41}^{l}\le w_{41}^{m}\le w_{41}^{u}, w_{42}^{l}\le w_{42}^{m}\le w_{42}^{u}, w_{43}^{l}\le w_{43}^{m}\le w_{43}^{u}, w_{44}^{l}\le w_{44}^{m}\le w_{44}^{u}$$
$$0\le w_{41}^{l},\ 0\le w_{42}^{l},\ 0\le w_{43}^{l},\ 0\le w_{44}^{l}$$

9 numaralı KV için C_5 ana kriterinin alt kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan denklem takımı.

MinX

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{51}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-1.00w_{51}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-1.50w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{m}-1.33w_{52}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-1.50w_{51}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-3.75w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-2.33w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{55}^{u}-1.80w_{52}^{l}\right|\le X$$

$$\left|w_{53}^{l}-0.67w_{54}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{l}-1.00w_{55}^{u}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{l}-1.00w_{52}^{u}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{m}-2.00w_{54}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{m}-3.00w_{55}^{m}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{m}-2.00w_{52}^{m}\right|\le X$$
$$\left|w_{53}^{u}-5.63w_{54}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{51}^{u}-8.75w_{55}^{l}\right|\le X,\ \left|w_{54}^{u}-4.20w_{52}^{l}\right|\le X$$

$$\left(w_{51}^{l}+4w_{51}^{m}+w_{51}^{u}\right)/6+\left(w_{52}^{l}+4w_{52}^{m}+w_{52}^{u}\right)/6+\left(w_{53}^{l}+4w_{53}^{m}+w_{53}^{u}\right)/6+$$
$$\left(w_{54}^{l}+4w_{54}^{m}+w_{54}^{u}\right)/6+\left(w_{55}^{l}+4w_{55}^{m}+w_{55}^{u}\right)/6=1$$
$$w_{51}^{l}\le w_{51}^{m}\le w_{51}^{u},w_{52}^{l}\le w_{52}^{m}\le w_{52}^{u},w_{53}^{l}\le w_{53}^{m}\le w_{53}^{u},w_{54}^{l}\le w_{54}^{m}\le w_{54}^{u}$$
$$w_{55}^{l}\le w_{55}^{m}\le w_{55}^{u}$$
$$0\le w_{51}^{l},\ 0\le w_{52}^{l},\ 0\le w_{53}^{l},\ 0\le w_{54}^{l},\ 0\le w_{55}^{l}$$

EK-2 Bulanık SWARA Yöntemi Hesaplamalar

Bulanık SWARA Yönteminde KV'lerin C_2, C_3, C_4 ve C_5 Ana Kriterlerinin Alt Kriterlerini Önem Sırasına Göre Değerlendirmeleri, Değerlendirmelerin Dilsel İfadeleri ve Dilsel İfadelerin Bulanık Sayı Karşılıkları

KV'lerin C_2 ana kriterinin alt kriterlerini önem sırasına göre değerlendirmeleri Tablo EK-2.1'de; değerlendirmelerin dilsel ifadeleri Tablo EK-2.2'de, dilsel ifadelerinin bulanık sayı karşılıkları ise Tablo EK-2.3'te verilmiştir.

EK-2.1 KV'lerin C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Önem Sıralarına Göre Değerlendirmeleri

Önem Sırası	KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
1	C_{23}	C_{23}	C_{23}	C_{23}	C_{23}	C_{21}	C_{22}	C_{22}	C_{23}
2	C_{21}	C_{21}	C_{22}	C_{22}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{23}	C_{21}
3	C_{22}	C_{22}	C_{21}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{21}	C_{21}	C_{22}

EK-2.2 KV'lerin C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	ES	WLS	LS	ES	RLS	MLS	MLS	ES
WLS	WLS	MDLS	RLS	LS	DLS	DLS	DLS	MDLS

EK-2.3 KV'lerin C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
-	-	-	-	-	-	-	-	-
(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,000 ; 0,000 ; 0,000)
(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)

KV'lerin C_3 ana kriterinin alt kriterlerini önem sırasına göre değerlendirmeleri EK-2.4'te; değerlendirmelerin dilsel ifadeleri EK-2.5'te, dilsel ifadelerinin bulanık sayı karşılıkları ise EK-2.6'da verilmiştir.

EK-2.4 KV'lerin C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Önem Sıralarına Göre Değerlendirmeleri

Önem Sırası	KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
1	C_{33}	C_{33}	C_{32}	C_{31}	C_{33}	C_{32}	C_{32}	C_{33}	C_{33}
2	C_{32}	C_{32}	C_{33}	C_{32}	C_{32}	C_{33}	C_{33}	C_{32}	C_{31}
3	C_{31}	C_{31}	C_{31}	C_{33}	C_{31}	C_{31}	C_{31}	C_{31}	C_{32}

EK-2.5 KV'lerin C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
-	-	-	-	-	-	-	-	-
LS	WLS	MDLS	MDLS	MLS	LS	MLS	RLS	MDLS
RLS	LS	RLS	MLS	DLS	RLS	DLS	MLS	RLS

EK-2.6 KV'lerin C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	KV6	KV7	KV8	KV9
-	-	-	-	-	-	-	-	-
(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)
(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)

KV'lerin C_4 ana kriterinin alt kriterlerini önem sırasına göre değerlendirmeleri EK-2.7'de; değerlendirmelerin dilsel ifadeleri EK-2.8'de, dilsel ifadelerinin bulanık sayı karşılıkları ise EK-2.9'da verilmiştir.

EK-2.7 KV'lerin C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Önem Sıralarına Göre Değerlendirmeleri

Önem Sırası	KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
1	C_{42}	C_{41}	C_{42}	C_{44}	C_{42}	C_{42}	C_{42}	C_{42}	C_{42}
2	C_{41}	C_{43}	C_{43}	C_{43}	C_{44}	C_{41}	C_{41}	C_{41}	C_{41}
3	C_{44}	C_{42}	C_{44}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{43}	C_{43}	C_{43}
4	C_{43}	C_{44}	C_{41}	C_{41}	C_{41}	C_{43}	C_{44}	C_{44}	C_{44}

EK-2.8 KV'lerin C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	WLS	MDLS	RLS	MLS	ES	DLS	ES	ALS
WLS	MDLS	LS	MLS	DLS	WLS	ALS	WLS	ALS
MDLS	RLS	MLS	DLS	ALS	MDLS	ALS	MDLS	ALS

EK-2.9 KV'lerin C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
-	-	-	-	-	-	-	-	-
(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)
(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)
(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)

KV'lerin C_5 ana kriterinin alt kriterlerini önem sırasına göre değerlendirmeleri EK-2.10'da değerlendirmelerin dilsel ifadeleri EK-2.11'de, dilsel ifadelerinin bulanık sayı karşılıkları ise EK-2.12'de verilmiştir.

EK-2.10 KV'lerin C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Önem Sıralarına Göre Değerlendirmeleri

Önem Sırası	KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
1	C_{53}	C_{51}	C_{51}	C_{51}	C_{53}	C_{51}	C_{55}	C_{53}	C_{53}
2	C_{55}	C_{52}	C_{55}	C_{54}	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{51}	C_{51}
3	C_{51}	C_{53}	C_{53}	C_{55}	C_{52}	C_{55}	C_{54}	C_{52}	C_{54}
4	C_{52}	C_{54}	C_{52}	C_{52}	C_{54}	C_{54}	C_{51}	C_{55}	C_{55}
5	C_{54}	C_{55}	C_{54}	C_{53}	C_{55}	C_{53}	C_{52}	C_{54}	C_{52}

EK-2.11 KV'lerin C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Dilsel İfade ile Değerlendirmeleri

KV₁	**KV₂**	**KV₃**	**KV₄**	**KV₅**	**KV₆**	**KV₇**	**KV₈**	**KV₉**
-	-	-	-	-	-	-	-	-
ES	WLS	MDLS	LS	RLS	WLS	MLS	RLS	RLS
WLS	MDLS	LS	RLS	MLS	MDLS	DLS	MLS	MLS
MDLS	LS	RLS	DLS	DLS	LS	ALS	DLS	DLS
LS	RLS	MLS	ALS	ALS	RLS	ALS	ALS	ALS

EK-2.12 KV'lerin C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerini Bulanık Sayı Değerleri ile Değerlendirmeleri

KV₁	**KV₂**	**KV₃**	**KV₄**	**KV₅**	**KV₆**	**KV₇**	**KV₈**	**KV₉**
-	-	-	-	-	-	-	-	-
(0,000 ; 0,000 ; 0,000)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)
(0,222 ; 0,250 ; 0,286)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)
(0,250 ; 0,286 ; 0,333)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)	(0,500 ; 0,667 ; 1,000)
(0,286 ; 0,333 ; 0,400)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(0,400 ; 0,500 ; 0,667)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(0,333 ; 0,400 ; 0,500)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)	(1,000 ; 1,000 ; 1,000)

Bulanık SWARA Yönteminde KV'ler için Ana ve Alt Kriterlerin Ağırlık Hesaplamaları

KV_2 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_5	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,297	0,310	0,327	0,312
C_1	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,231	0,248	0,268	0,249
C_3	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,173	0,193	0,214	0,194
C_4	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,124	0,145	0,167	0,145
C_2	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,278	0,333	0,382	0,083	0,103	0,125	0,104
							3,056	3,222	3,364				

KV_2 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{16}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,272	0,287	0,305	0,288
C_{11}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,212	0,229	0,250	0,230
C_{12}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,159	0,178	0,200	0,179
C_{13}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,113	0,134	0,156	0,134
C_{15}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,298	0,350	0,396	0,081	0,100	0,121	0,101
C_{14}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,198	0,250	0,297	0,054	0,072	0,091	0,072
							3,274	3,489	3,675				

KV_2 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{23}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,355	0,357	0,360	0,357
C_{21}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,355	0,357	0,360	0,357
C_{22}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,276	0,286	0,295	0,285
							2,778	2,800	2,818				

KV_2 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{33}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,407	0,417	0,429	0,418
C_{32}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,317	0,333	0,351	0,334
C_{31}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,556	0,600	0,636	0,226	0,250	0,273	0,250
							2,333	2,400	2,455				

KV_2 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{41}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,337	0,349	0,364	0,350
C_{43}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,262	0,279	0,298	0,280
C_{42}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,197	0,217	0,238	0,217
C_{44}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,389	0,444	0,491	0,131	0,155	0,179	0,155
							2,750	2,867	2,964				

KV_2 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C_{51}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,297	0,310	0,327	0,312
C_{52}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,231	0,248	0,268	0,249
C_{53}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,173	0,193	0,214	0,194
C_{54}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,124	0,145	0,167	0,145
C_{55}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,278	0,333	0,382	0,083	0,103	0,125	0,104
							3,056	3,222	3,364				

KV_3 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C1	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,310	0,327	0,350	0,329
C3	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,233	0,255	0,280	0,256
C2	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,536	0,583	0,622	0,166	0,191	0,218	0,192
C4	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,357	0,417	0,467	0,111	0,136	0,163	0,137
C5	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,214	0,278	0,333	0,067	0,091	0,117	0,091
							2,857	3,056	3,222				

KV_3 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C13	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,280	0,296	0,318	0,298
C12	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,210	0,230	0,255	0,232
C15	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,563	0,605	0,640	0,157	0,179	0,204	0,180
C16	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,402	0,454	0,498	0,112	0,134	0,158	0,135
C14	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,268	0,324	0,373	0,075	0,096	0,119	0,097
C11	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,161	0,216	0,267	0,045	0,064	0,085	0,065
							3,143	3,377	3,578				

KV_3 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C23	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,404	0,413	0,424	0,414
C22	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,315	0,330	0,347	0,330
C21	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,236	0,257	0,277	0,257
							2,361	2,422	2,473				

KV_3 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			W
C32	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,417	0,429	0,444	0,430
C33	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,313	0,333	0,356	0,334
C31	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,500	0,556	0,600	0,208	0,238	0,267	0,238
							2,250	2,333	2,400				

KV_3 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C42	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,349	0,364	0,384	0,365
C43	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,262	0,283	0,307	0,284
C44	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,536	0,583	0,622	0,187	0,212	0,239	0,213
C41	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,321	0,389	0,444	0,112	0,141	0,170	0,141
							2,607	2,750	2,867				

KV_3 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{51}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,310	0,327	0,350	0,329
C_{55}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,233	0,255	0,280	0,256
C_{53}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,536	0,583	0,622	0,166	0,191	0,218	0,192
C_{52}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,357	0,417	0,467	0,111	0,136	0,163	0,137
C_{54}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,214	0,278	0,333	0,067	0,091	0,117	0,091
							2,857	3,056	3,222				

KV_4 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_3	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,327	0,350	0,382	0,353
C_4	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,714	0,750	0,778	0,234	0,263	0,297	0,264
C_5	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,476	0,536	0,583	0,156	0,188	0,223	0,189
C_1	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,286	0,357	0,417	0,094	0,125	0,159	0,126
C_2	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,143	0,214	0,278	0,047	0,075	0,106	0,076
							2,619	2,857	3,056				

KV_4 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{12}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,296	0,318	0,348	0,321
C_{14}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,714	0,750	0,778	0,212	0,239	0,271	0,240
C_{15}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,510	0,563	0,605	0,151	0,179	0,211	0,180
C_{11}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,340	0,402	0,454	0,101	0,128	0,158	0,129
C_{16}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,204	0,268	0,324	0,060	0,085	0,113	0,086
C_{13}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,102	0,161	0,216	0,030	0,051	0,075	0,052
							2,871	3,143	3,377				

KV4 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{23}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,424	0,438	0,457	0,439
C_{22}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,714	0,750	0,778	0,303	0,328	0,355	0,329
C_{21}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,476	0,536	0,583	0,202	0,234	0,266	0,234
							2,190	2,286	2,361				

KV_4 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{31}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,422	0,435	0,455	0,437
C_{32}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,316	0,339	0,364	0,340
C_{33}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,450	0,519	0,571	0,190	0,226	0,260	0,225
							2,200	2,296	2,371				

KV_4 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{44}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,378	0,404	0,441	0,408
C_{43}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,252	0,288	0,331	0,291
C_{42}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,151	0,192	0,236	0,193
C_{41}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,200	0,286	0,357	0,076	0,115	0,158	0,116
							2,267	2,476	2,643				

KV_4 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{51}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,340	0,361	0,393	0,364
C_{54}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,714	0,750	0,778	0,243	0,271	0,305	0,273
C_{55}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,476	0,536	0,583	0,162	0,194	0,229	0,195
C_{52}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,238	0,321	0,389	0,081	0,116	0,153	0,117
C_{53}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,119	0,161	0,194	0,040	0,058	0,076	0,058
							2,548	2,768	2,944				

KV_5 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_3	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	0,382	0,423	0,386
C_1	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,236	0,273	0,317	0,275
C_5	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,142	0,182	0,226	0,183
C_2	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,200	0,286	0,357	0,071	0,109	0,151	0,110
C_4	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,100	0,143	0,179	0,035	0,055	0,075	0,055
							2,367	2,619	2,821				

KV_5 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{12}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,328	0,358	0,402	0,363
C_{11}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,219	0,256	0,302	0,259
C_{13}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,131	0,170	0,215	0,172
C_{14}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,240	0,317	0,383	0,079	0,114	0,154	0,115
C_{16}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,120	0,190	0,255	0,039	0,068	0,103	0,070
C_{15}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,060	0,095	0,128	0,020	0,034	0,051	0,035
							2,487	2,794	3,051				

KV_5 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{23}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,360	0,364	0,368	0,364
C_{21}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,360	0,364	0,368	0,364
C_{22}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,714	0,750	0,778	0,257	0,273	0,287	0,272
							2,714	2,750	2,778				

KV_5 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{33}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,457	0,484	0,526	0,489
C_{32}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,274	0,323	0,376	0,324
C_{31}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,300	0,400	0,476	0,137	0,194	0,251	0,194
							1,900	2,067	2,190				

KV_5 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{42}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,412	0,441	0,488	0,447
C_{44}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,247	0,294	0,348	0,297
C_{43}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,300	0,400	0,476	0,124	0,176	0,232	0,177
C_{41}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,150	0,200	0,238	0,062	0,088	0,116	0,089
							2,050	2,267	2,429				

KV_5 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{53}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	0,382	0,423	0,386
C_{51}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,236	0,273	0,317	0,275
C_{52}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,142	0,182	0,226	0,183
C_{54}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,200	0,286	0,357	0,071	0,109	0,151	0,110
C_{55}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,100	0,143	0,179	0,035	0,055	0,075	0,055
							2,367	2,619	2,821				

KV_6 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_3	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,251	0,257	0,265	0,258
C_5	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,251	0,257	0,265	0,258
C_1	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,195	0,206	0,217	0,206
C_4	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,146	0,160	0,173	0,160
C_2	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,105	0,120	0,135	0,120
							3,778	3,889	3,982				

KV_6 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{14}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	0,396	0,462	0,404
C_{11}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,212	0,264	0,330	0,269
C_{12}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,300	0,400	0,476	0,106	0,159	0,220	0,162
C_{13}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,150	0,240	0,317	0,053	0,095	0,147	0,098
C_{15}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,075	0,144	0,212	0,027	0,057	0,098	0,060
C_{16}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,038	0,072	0,106	0,013	0,029	0,049	0,030
							2,163	2,523	2,825				

KV_6 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{21}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,444	0,467	0,500	0,470
C_{22}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,296	0,333	0,375	0,335
C_{23}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,333	0,429	0,500	0,148	0,200	0,250	0,199
							2,000	2,143	2,250				

KV_6 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{32}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,424	0,438	0,457	0,439
C_{33}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,714	0,750	0,778	0,303	0,328	0,355	0,329
C_{31}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,476	0,536	0,583	0,202	0,234	0,266	0,234
							2,190	2,286	2,361				

KV_6 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{42}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,288	0,292	0,298	0,293
C_{41}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,288	0,292	0,298	0,293
C_{44}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,224	0,234	0,243	0,234
C_{43}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,168	0,182	0,195	0,182
							3,361	3,422	3,473				

KV_6 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{51}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,297	0,310	0,327	0,312
C_{52}	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,231	0,248	0,268	0,249
C_{55}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,173	0,193	0,214	0,194
C_{54}	0,286	0,333	0,400	1,286	1,333	1,400	0,417	0,467	0,509	0,124	0,145	0,167	0,145
C_{53}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,278	0,333	0,382	0,083	0,103	0,125	0,104
							3,056	3,222	3,364				

KV_7 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_3	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	0,382	0,423	0,386
C_1	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,236	0,273	0,317	0,275
C_2	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,142	0,182	0,226	0,183
C_5	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,200	0,286	0,357	0,071	0,109	0,151	0,110
C_4	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,100	0,143	0,179	0,035	0,055	0,075	0,055
							2,367	2,619	2,821				

KV_7 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{12}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,400	0,440	0,508	0,449
C_{14}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,500	0,600	0,667	0,200	0,264	0,339	0,267
C_{16}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,250	0,360	0,444	0,100	0,158	0,226	0,161
C_{11}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,125	0,180	0,222	0,050	0,079	0,113	0,081
C_{13}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,063	0,090	0,111	0,025	0,040	0,056	0,040
C_{15}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,031	0,045	0,056	0,013	0,020	0,028	0,020
							1,969	2,275	2,500				

KV_7 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{22}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,457	0,484	0,526	0,489
C_{23}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,274	0,323	0,376	0,324
C_{21}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,300	0,400	0,476	0,137	0,194	0,251	0,194
							1,900	2,067	2,190				

KV_7 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{32}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,457	0,484	0,526	0,489
C_{33}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,274	0,323	0,376	0,324
C_{31}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,300	0,400	0,476	0,137	0,194	0,251	0,194
							1,900	2,067	2,190				

KV_7 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{42}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,462	0,488	0,533	0,494
C_{41}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,500	0,600	0,667	0,231	0,293	0,356	0,293
C_{43}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,250	0,300	0,333	0,115	0,146	0,178	0,147
C_{44}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,125	0,150	0,167	0,058	0,073	0,089	0,073
							1,875	2,050	2,167				

KV_7 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{55}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,393	0,423	0,471	0,429
C_{53}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,236	0,282	0,336	0,284
C_{54}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,300	0,400	0,476	0,118	0,169	0,224	0,170
C_{51}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,150	0,200	0,238	0,059	0,085	0,112	0,085
C_{52}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,075	0,100	0,119	0,029	0,042	0,056	0,043
							2,125	2,367	2,548				

KV_8 Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_3	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	0,382	0,423	0,386
C_1	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,236	0,273	0,317	0,275
C_5	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,142	0,182	0,226	0,183
C_2	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,200	0,286	0,357	0,071	0,109	0,151	0,110
C_4	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,100	0,143	0,179	0,035	0,055	0,075	0,055
							2,367	2,619	2,821				

KV_8 C_1 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{12}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,436	0,462	0,508	0,469
C_{14}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,500	0,600	0,667	0,218	0,277	0,339	0,278
C_{11}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,250	0,300	0,333	0,109	0,139	0,169	0,139
C_{13}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,125	0,150	0,167	0,055	0,069	0,085	0,070
C_{15}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,063	0,075	0,083	0,027	0,035	0,042	0,035
C_{16}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,031	0,038	0,042	0,014	0,017	0,021	0,017
							1,969	2,163	2,292				

KV$_8$ C$_2$ Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C$_{22}$	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,457	0,484	0,526	0,489
C$_{23}$	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,274	0,323	0,376	0,324
C$_{21}$	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,300	0,400	0,476	0,137	0,194	0,251	0,194
							1,900	2,067	2,190				

KV$_8$ C$_3$ Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C$_{33}$	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,438	0,457	0,484	0,459
C$_{32}$	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,292	0,326	0,363	0,327
C$_{31}$	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,175	0,217	0,259	0,217
							2,067	2,190	2,286				

KV$_8$ C$_4$ Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C$_{42}$	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,288	0,292	0,298	0,293
C$_{41}$	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,288	0,292	0,298	0,293
C$_{43}$	0,222	0,250	0,286	1,222	1,250	1,286	0,778	0,800	0,818	0,224	0,234	0,243	0,234
C$_{44}$	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,583	0,622	0,655	0,168	0,182	0,195	0,182
							3,361	3,422	3,473				

KV$_8$ C$_5$ Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C$_{53}$	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	0,382	0,423	0,386
C$_{51}$	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,236	0,273	0,317	0,275
C$_{52}$	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,142	0,182	0,226	0,183
C$_{55}$	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,200	0,286	0,357	0,071	0,109	0,151	0,110
C$_{54}$	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,100	0,143	0,179	0,035	0,055	0,075	0,055
							2,367	2,619	2,821				

KV$_9$ Ana Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C$_3$	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,366	0,398	0,448	0,404
C$_2$	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,600	0,667	0,714	0,219	0,265	0,320	0,268
C$_5$	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,360	0,444	0,510	0,132	0,177	0,229	0,179
C$_1$	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,180	0,267	0,340	0,066	0,106	0,153	0,108
C$_4$	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,090	0,133	0,170	0,033	0,053	0,076	0,054
							2,230	2,511	2,735				

KV$_9$ C$_1$ Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{12}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,328	0,358	0,402	0,363
C_{11}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,219	0,256	0,302	0,259
C_{14}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,131	0,170	0,215	0,172
C_{15}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,240	0,317	0,383	0,079	0,114	0,154	0,115
C_{13}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,120	0,190	0,255	0,039	0,068	0,103	0,070
C_{16}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,060	0,095	0,128	0,020	0,034	0,051	0,035
							2,487	2,794	3,051				

KV_9 C_2 Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{23}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,357	0,360	0,364	0,360
C_{21}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,357	0,360	0,364	0,360
C_{22}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,268	0,280	0,291	0,280
							2,750	2,778	2,800				

KV_9 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{33}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,417	0,429	0,444	0,430
C_{31}	0,250	0,286	0,333	1,250	1,286	1,333	0,750	0,778	0,800	0,313	0,333	0,356	0,334
C_{32}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,500	0,556	0,600	0,208	0,238	0,267	0,238
							2,250	2,333	2,400				

KV_9 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{42}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,533	0,533	0,533	0,533
C_{41}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,500	0,500	0,500	0,267	0,267	0,267	0,267
C_{43}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,250	0,250	0,250	0,133	0,133	0,133	0,133
C_{44}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,125	0,125	0,125	0,067	0,067	0,067	0,067
							1,875	1,875	1,875				

KV_9 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriter Hesaplamaları

	s_j			$\tilde{k}_j$			$\tilde{q}_j$			$\tilde{w}_j$			w
C_{53}	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,354	0,382	0,423	0,386
C_{51}	0,333	0,400	0,500	1,333	1,400	1,500	0,667	0,714	0,750	0,236	0,273	0,317	0,275
C_{54}	0,400	0,500	0,667	1,400	1,500	1,667	0,400	0,476	0,536	0,142	0,182	0,226	0,183
C_{55}	0,500	0,667	1,000	1,500	1,667	2,000	0,200	0,286	0,357	0,071	0,109	0,151	0,110
C_{52}	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,100	0,143	0,179	0,035	0,055	0,075	0,055
							2,367	2,619	2,821				

Bulanık SWARA Yönteminde KV'lere göre C_2, C_3, C_4 ve C_5 Ana Kriterlerinin Alt Kriterleri için Ağırlık Sonuçları

EK-2.13 C_2 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlık Sonuçları

		KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
C_{21}	l	0,355	0,355	0,236	0,202	0,360	0,444	0,137	0,137	0,357
	m	0,357	0,357	0,257	0,234	0,364	0,467	0,194	0,194	0,360
	u	0,360	0,360	0,277	0,266	0,368	0,500	0,251	0,251	0,364
	w	0,357	0,357	0,257	0,234	0,364	0,470	0,194	0,194	0,360
C_{22}	l	0,276	0,276	0,315	0,303	0,257	0,296	0,457	0,457	0,268
	m	0,286	0,286	0,330	0,328	0,273	0,333	0,484	0,484	0,280
	u	0,295	0,295	0,347	0,355	0,287	0,375	0,526	0,526	0,291
	w	0,285	0,285	0,330	0,329	0,272	0,335	0,489	0,489	0,280
C_{23}	l	0,355	0,355	0,404	0,424	0,360	0,148	0,274	0,274	0,357
	m	0,357	0,357	0,413	0,438	0,364	0,200	0,323	0,323	0,360
	u	0,360	0,360	0,424	0,457	0,368	0,250	0,376	0,376	0,364
	w	0,357	0,357	0,414	0,439	0,364	0,199	0,324	0,324	0,360

EK-2.14 C_3 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlık Sonuçları

		KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
C_{31}	l	0,202	0,226	0,208	0,422	0,137	0,202	0,137	0,175	0,313
	m	0,234	0,250	0,238	0,435	0,194	0,234	0,194	0,217	0,333
	u	0,266	0,273	0,267	0,455	0,251	0,266	0,251	0,259	0,356
	w	0,234	0,250	0,238	0,437	0,194	0,234	0,194	0,217	0,334
C_{32}	l	0,303	0,317	0,417	0,316	0,274	0,424	0,457	0,292	0,208
	m	0,328	0,333	0,429	0,339	0,323	0,438	0,484	0,326	0,238
	u	0,355	0,351	0,444	0,364	0,376	0,457	0,526	0,363	0,267
	w	0,329	0,334	0,430	0,340	0,324	0,439	0,489	0,327	0,238
C_{33}	l	0,424	0,407	0,313	0,190	0,457	0,303	0,274	0,438	0,417
	m	0,438	0,417	0,333	0,226	0,484	0,328	0,323	0,457	0,429
	u	0,457	0,429	0,356	0,260	0,526	0,355	0,376	0,484	0,444
	w	0,439	0,418	0,334	0,225	0,489	0,329	0,324	0,459	0,430

EK-2.15 C_4 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlık Sonuçları

		KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
C_{41}	l	0,288	0,337	0,112	0,076	0,062	0,288	0,231	0,288	0,267
	m	0,292	0,349	0,141	0,115	0,088	0,292	0,293	0,292	0,267
	u	0,298	0,364	0,170	0,158	0,116	0,298	0,356	0,298	0,267
	w	0,293	0,350	0,141	0,116	0,089	0,293	0,293	0,293	0,267
C_{42}	l	0,288	0,197	0,349	0,151	0,412	0,288	0,462	0,288	0,533
	m	0,292	0,217	0,364	0,192	0,441	0,292	0,488	0,292	0,533
	u	0,298	0,238	0,384	0,236	0,488	0,298	0,533	0,298	0,533
	w	0,293	0,217	0,365	0,193	0,447	0,293	0,494	0,293	0,533
C_{43}	l	0,168	0,262	0,262	0,252	0,124	0,168	0,115	0,224	0,133
	m	0,182	0,279	0,283	0,288	0,176	0,182	0,146	0,234	0,133
	u	0,195	0,298	0,307	0,331	0,232	0,195	0,178	0,243	0,133
	w	0,182	0,280	0,284	0,291	0,177	0,182	0,147	0,234	0,133
C_{44}	l	0,224	0,131	0,187	0,378	0,247	0,224	0,058	0,168	0,067
	m	0,234	0,155	0,212	0,404	0,294	0,234	0,073	0,182	0,067
	u	0,243	0,179	0,239	0,441	0,348	0,243	0,089	0,195	0,067
	w	0,234	0,155	0,213	0,408	0,297	0,234	0,073	0,182	0,067

EK-2.16 C_5 Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlık Sonuçları

		KV_1	KV_2	KV_3	KV_4	KV_5	KV_6	KV_7	KV_8	KV_9
C_{51}	l	0,195	0,297	0,310	0,340	0,236	0,297	0,059	0,236	0,236
	m	0,206	0,310	0,327	0,361	0,273	0,310	0,085	0,273	0,273
	u	0,217	0,327	0,350	0,393	0,317	0,327	0,112	0,317	0,317
	w	0,206	0,312	0,329	0,364	0,275	0,312	0,085	0,275	0,275
C_{52}	l	0,146	0,231	0,111	0,081	0,142	0,231	0,029	0,142	0,035
	m	0,160	0,248	0,136	0,116	0,182	0,248	0,042	0,182	0,055
	u	0,173	0,268	0,163	0,153	0,226	0,268	0,056	0,226	0,075
	w	0,160	0,249	0,137	0,117	0,183	0,249	0,043	0,183	0,055
C_{53}	l	0,251	0,173	0,166	0,040	0,354	0,083	0,236	0,354	0,354
	m	0,257	0,193	0,191	0,058	0,382	0,103	0,282	0,382	0,382
	u	0,265	0,214	0,218	0,076	0,423	0,125	0,336	0,423	0,423
	w	0,258	0,194	0,192	0,058	0,386	0,104	0,284	0,386	0,386
C_{54}	l	0,105	0,124	0,067	0,243	0,071	0,124	0,118	0,035	0,142
	m	0,120	0,145	0,091	0,271	0,109	0,145	0,169	0,055	0,182
	u	0,135	0,167	0,117	0,305	0,151	0,167	0,224	0,075	0,226
	w	0,120	0,145	0,091	0,273	0,110	0,145	0,170	0,055	0,183
C_{55}	l	0,251	0,083	0,233	0,162	0,035	0,173	0,393	0,071	0,071
	m	0,257	0,103	0,255	0,194	0,055	0,193	0,423	0,109	0,109
	u	0,265	0,125	0,280	0,229	0,075	0,214	0,471	0,151	0,151
	w	0,258	0,104	0,256	0,195	0,055	0,194	0,429	0,110	0,110

EK-3 Bulanık CODAS Yöntemi Hesaplamalar

Bulanık CODAS Yönteminde KV'ler için Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları

EK-3.1 KV_2 Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları

	Dilsel İfadeler							**Bulanık Sayı Karşılıkları**						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C_{11}	MG	MG	VG	MP	MG	G	MG	(5,7,9)	(5,7,9)	(9,10,10)	(1,3,5)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)
C_{12}	VG	G	MG	VG	MP	VG	G	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(1,3,5)	(9,10,10)	(7,9,10)
C_{13}	MP	F	MP	P	P	VP	MP	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(0,1,3)	(0,1,3)	(0,0,1)	(1,3,5)
C_{14}	F	P	VP	F	G	MG	VG	(3,5,7)	(0,1,3)	(0,0,1)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{15}	P	VG	P	G	F	MP	VP	(0,1,3)	(9,10,10)	(0,1,3)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,3,5)	(0,0,1)
C_{16}	G	MP	G	MG	VG	F	F	(7,9,10)	(1,3,5)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(3,5,7)	(3,5,7)
C_{21}	VG	VG	VG	VG	VG	VG	VG	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
C_{22}	VG	VG	G	VG	MG	MG	F	(9,10,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
C_{23}	MG	G	F	G	VG	VG	G	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(7,9,10)
C_{31}	MP	MG	P	F	VG	P	VG	(1,3,5)	(5,7,9)	(0,1,3)	(3,5,7)	(9,10,10)	(0,1,3)	(9,10,10)
C_{32}	G	VG	G	VG	VG	VG	G	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(7,9,10)
C_{33}	VG	VG	VG	VG	G	MG	VG	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{41}	G	P	F	MG	VG	VG	MG	(7,9,10)	(0,1,3)	(3,5,7)	(5,7,9)	(9,10,10)	(9,10,10)	(5,7,9)
C_{42}	VG	VG	MG	VG	F	MP	F	(9,10,10)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)
C_{43}	F	MP	VP	F	MG	MG	VG	(3,5,7)	(1,3,5)	(0,0,1)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{44}	MG	G	MP	G	G	F	G	(5,7,9)	(7,9,10)	(1,3,5)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{51}	VP	VG	G	VP	P	MP	VP	(0,0,1)	(9,10,10)	(7,9,10)	(0,0,1)	(0,1,3)	(1,3,5)	(0,0,1)
C_{52}	MG	G	F	G	F	G	VG	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{53}	G	MG	MG	MG	VG	VG	G	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(9,10,10)	(9,10,10)	(7,9,10)
C_{54}	VG	MP	P	MP	G	MG	F	(9,10,10)	(1,3,5)	(0,1,3)	(1,3,5)	(7,9,10)	(5,7,9)	(3,5,7)
C_{55}	MG	P	F	VG	G	MG	G	(5,7,9)	(0,1,3)	(3,5,7)	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)

EK-3.2 KV_3 Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları

	Dilsel İfadeler							Bulanık Sayı Karşılıkları						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C_{11}	F	MG	G	VG	MP	G	P	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(1,3,5)	(7,9,10)	(0,1,3)
C_{12}	G	MP	G	F	MP	G	MP	(7,9,10)	(1,3,5)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)	(1,3,5)
C_{13}	F	MP	F	F	MG	MP	MP	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)
C_{14}	F	P	MG	F	F	VG	MP	(3,5,7)	(0,1,3)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(9,10,10)	(1,3,5)
C_{15}	G	P	G	VG	F	G	F	(7,9,10)	(0,1,3)	(7,9,10)	(9,10,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)
C_{16}	G	MP	F	MG	F	F	VG	(7,9,10)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(9,10,10)
C_{21}	MP	MP	VG	F	VG	VG	VG	(1,3,5)	(1,3,5)	(9,10,10)	(3,5,7)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
C_{22}	MP	F	VG	F	VG	VG	VG	(1,3,5)	(3,5,7)	(9,10,10)	(3,5,7)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
C_{23}	F	MP	G	MP	MG	VG	F	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)	(1,3,5)	(5,7,9)	(9,10,10)	(3,5,7)
C_{31}	P	P	P	P	VG	P	VG	(0,1,3)	(0,1,3)	(0,1,3)	(0,1,3)	(9,10,10)	(0,1,3)	(9,10,10)
C_{32}	MG	F	MG	G	F	VG	F	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(9,10,10)	(3,5,7)
C_{33}	F	VG	MG	MP	MP	VG	MP	(3,5,7)	(9,10,10)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(9,10,10)	(1,3,5)
C_{41}	MP	P	F	F	G	P	MG	(1,3,5)	(0,1,3)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(0,1,3)	(5,7,9)
C_{42}	F	MP	F	F	MG	MG	G	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{43}	MP	P	G	MP	F	VG	P	(1,3,5)	(0,1,3)	(7,9,10)	(1,3,5)	(3,5,7)	(9,10,10)	(0,1,3)
C_{44}	F	MP	MG	F	F	VG	MP	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(9,10,10)	(1,3,5)
C_{51}	MP	MG	G	MP	MP	VG	P	(1,3,5)	(5,7,9)	(7,9,10)	(1,3,5)	(1,3,5)	(9,10,10)	(0,1,3)
C_{52}	MP	VG	VG	P	P	VG	MP	(1,3,5)	(9,10,10)	(9,10,10)	(0,1,3)	(0,1,3)	(9,10,10)	(1,3,5)
C_{53}	F	G	VG	MP	MG	VG	F	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)	(1,3,5)	(5,7,9)	(9,10,10)	(3,5,7)
C_{54}	P	MG	VG	MP	P	VG	MP	(0,1,3)	(5,7,9)	(9,10,10)	(1,3,5)	(0,1,3)	(9,10,10)	(1,3,5)
C_{55}	P	MP	MG	MP	VG	F	VG	(0,1,3)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,3,5)	(9,10,10)	(3,5,7)	(9,10,10)

EK-3.3 KV_4 Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları

	Dilsel İfadeler							Bulanık Sayı Karşılıkları						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C_{11}	G	MG	G	G	G	G	VG	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{12}	VG	MP	F	MG	G	F	VG	(9,10,10)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(9,10,10)
C_{13}	G	MP	MP	F	MP	MP	G	(7,9,10)	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(7,9,10)
C_{14}	VG	MP	MP	MG	MP	MP	VG	(9,10,10)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(9,10,10)
C_{15}	VG	F	MG	G	F	MG	VG	(9,10,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{16}	VG	MG	F	G	F	F	VG	(9,10,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(3,5,7)	(9,10,10)
C_{21}	F	MG	G	F	VG	MG	VG	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{22}	MG	MG	G	MG	MG	MG	G	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{23}	G	G	G	G	G	G	G	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)
C_{31}	F	MP	MG	MG	VG	MG	VG	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{32}	G	G	G	G	VG	G	VG	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{33}	G	MG	MG	G	F	MG	G	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{41}	MG	MP	MP	F	MG	MP	G	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(7,9,10)
C_{42}	VG	MG	F	MG	G	MG	G	(9,10,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{43}	MG	G	VG	G	VG	G	VG	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{44}	G	G	VG	VG	VG	G	VG	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{51}	MP	MG	G	MG	F	G	F	(1,3,5)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)
C_{52}	F	MG	MG	F	MP	MG	MP	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,3,5)
C_{53}	G	G	G	G	VG	VG	VG	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
C_{54}	MG	G	MG	MG	F	MG	F	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)
C_{55}	F	MG	G	MG	MG	VG	MG	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)

EK-3.4 KV_5 Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları

	Dilsel İfadeler							**Bulanık Sayı Karşılıkları**						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C_{11}	MG	MP	F	VG	F	G	MG	(5,7,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(9,10,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)
C_{12}	G	P	F	G	F	MG	G	(7,9,10)	(0,1,3)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{13}	F	F	F	F	F	F	F	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
C_{14}	F	MP	MG	MG	VG	F	G	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(9,10,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{15}	G	MP	F	VG	F	G	G	(7,9,10)	(1,3,5)	(3,5,7)	(9,10,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)
C_{16}	G	MP	MP	MG	MG	F	VG	(7,9,10)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(9,10,10)
C_{21}	P	MP	G	MG	VG	MG	VG	(0,1,3)	(1,3,5)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{22}	MP	F	G	F	G	VG	G	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)
C_{23}	MG	F	MG	MG	G	F	G	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{31}	P	VP	VP	P	VG	VP	VG	(0,1,3)	(0,0,1)	(0,0,1)	(0,1,3)	(9,10,10)	(0,0,1)	(9,10,10)
C_{32}	MG	F	MG	VG	VG	MG	VG	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(9,10,10)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
C_{33}	F	VG	MG	F	P	G	MP	(3,5,7)	(9,10,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(0,1,3)	(7,9,10)	(1,3,5)
C_{41}	P	VP	MP	F	VG	F	VG	(0,1,3)	(0,0,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(9,10,10)	(3,5,7)	(9,10,10)
C_{42}	G	MP	F	F	G	MP	VG	(7,9,10)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(1,3,5)	(9,10,10)
C_{43}	MP	P	MP	F	G	VG	G	(1,3,5)	(0,1,3)	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)
C_{44}	MP	F	MP	F	VG	F	G	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(9,10,10)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{51}	MG	G	F	G	F	G	F	(5,7,9)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)
C_{52}	MP	F	G	MP	P	MG	MP	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,10)	(1,3,5)	(0,1,3)	(5,7,9)	(1,3,5)
C_{53}	G	G	G	G	G	G	G	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)
C_{54}	F	G	G	F	MP	G	MP	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)	(1,3,5)
C_{55}	P	F	G	MP	F	MG	MG	(0,1,3)	(3,5,7)	(7,9,10)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)

EK-3.5 KV_6 Dilsel İfadeler ve Bulanık Sayı Karşılıkları

	Dilsel İfadeler							**Bulanık Sayı Karşılıkları**						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
C_{11}	MP	MP	F	F	F	MP	F	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)
C_{12}	G	G	G	G	VG	G	VG	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
C_{13}	MG	MG	MG	MG	G	G	G	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)
C_{14}	F	F	MG	MG	MG	F	MG	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
C_{15}	MP	MP	F	MP	MP	P	MP	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(0,1,3)	(1,3,5)
C_{16}	G	MG	G	G	G	MG	G	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
C_{21}	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
C_{22}	MP	MP	MG	F	F	MG	F	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)
C_{23}	F	F	F	MP	MG	F	MG	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
C_{31}	F	MG	F	G	MG	G	MG	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)
C_{32}	G	G	G	F	MG	MG	MG	(7,9,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
C_{33}	G	G	VG	G	VG	MG	MG	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(9,10,10)	(5,7,9)	(5,7,9)
C_{41}	MP	P	F	P	MG	F	G	(1,3,5)	(0,1,3)	(3,5,7)	(0,1,3)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)
C_{42}	F	F	MG	F	MG	F	MG	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
C_{43}	P	P	F	MP	F	F	F	(0,1,3)	(0,1,3)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
C_{44}	MP	MP	F	MP	MG	F	MG	(1,3,5)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
C_{51}	MG	P	F	F	MG	MG	F	(5,7,9)	(0,1,3)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
C_{52}	MP	MG	MP	P	F	MP	MG	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,3,5)	(0,1,3)	(3,5,7)	(1,3,5)	(5,7,9)
C_{53}	F	F	G	F	MG	F	MG	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
C_{54}	MP	F	MG	MG	F	MG	F	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)
C_{55}	G	G	MG	F	G	F	MG	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(3,5,7)	(5,7,9)