



**TALEP YÖNETİMİNDE ÜRETİM ÖNCELİĞİNİN
BELİRLENMESİ İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME TABANLI BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM**

Elif BAYRAM

**Yüksek Lisans Tezi
Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı
2022
(Her hakkı saklıdır.)**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**TALEP YÖNETİMİNDE ÜRETİM ÖNCELİĞİNİN BELİRLENMESİ İÇİN ÇOK
KRİTERLİ KARAR VERME TABANLI BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM**

(A Multi Criteria Decision Making Based Integrated Approach for Determining Production
Priority in Demand Management)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif BAYRAM

Danışman: Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

Erzurum
Ağustos, 2022

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Elif BAYRAM tarafından hazırlanan “Talep Yönetiminde Üretim Önceliğinin Belirlenmesi için Çok Kriterli Karar Verme Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım” başlıklı çalışması 29 / 08 / 2022 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.
Danışman:	Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Yeşim OK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Nadide ÇAĞLAYAN <i>Erzurum Teknik Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN
Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Elif KILIÇ DELİCE danışmanlığında sunulan “Talep Yönetiminde Üretim Önceliğinin Belirlenmesi için Çok Kriterli Karar Verme Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	1	30
Kuramsal Temeller	21	30
Materyal ve Metot	9	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	10	20
Sonuçlar ve Öneriler	0	20
Tezin Geneli	14	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Elif BAYRAM	Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE
29 / 08 /2022	29 / 08 /2022
İmza: Aslı Islak İmzalıdır.	İmza: Aslı Islak İmzalıdır.

* Tez ile ilgili YÖK TEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sürecinde beni sabırla ve anlayışla destekleyen, bilgi ve tecrübelerini paylaşılarak yol gösteren, sevgili danışmanım Sayın Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE'ye sonsuz teşekkür ediyor, saygı ve sevgilerimi sunuyorum.

Tez yazım sürecinde desteklerini esirgemeyen süreçteki yorgunluğumu anlayışla karşılayan ve motive eden iş verenlerime, ihtiyaç duyduğum uzman görüşleri hususunda bana yardımcı olan iş arkadaşlarıma çok teşekkür ediyorum.

Eğitim hayatım boyunca her konuda bana yardımcı olan, maddi manevi hiçbir desteği benden esirgemeyen, aldığım her karara saygı duyan kıymetli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Elif BAYRAM

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TALEP YÖNETİMİNDE ÜRETİM ÖNCELİĞİNİN BELİRLENMESİ İÇİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TABANLI BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM

Elif BAYRAM

Danışman: Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

Amaç: Talep yönetim sürecinde; müşterilerin ihtiyaçları ile firmanın arz imkanları dengelenmeye çalışılmaktadır. Etkili bir talep yönetimi müşteri siparişinin etkin stok kontrolü ve takibi ile başlayıp, müşteri memnuniyeti ile tamamlanmaktadır. Bununla birlikte; üretim önceliklerinin doğru bir şekilde belirlenmesi müşteri memnuniyetini artırmanın yollarından biridir. Bu bağlamda, talep yönetim sürecinde ihtiyaç duyulan üretim önceliğinin belirlenmesi için yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Yöntem: Üretim önceliklerinin belirlenmesi için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) tabanlı yeni bir bütünleşik yaklaşım önerilmiştir. Dört aşamadan oluşan bu yaklaşımın birinci aşamasında müşteri alternatifleri belirlenirken; ikinci aşamasında müşteri özelliklerine bağlı olarak üretim önceliği kriterleri belirlenir. Üçüncü aşamada; LBWA ve CRITIC yöntemleri ile uzman görüşleri ve gerçek veriler dikkate alınarak objektif ve sübjektif kriter ağırlıkları hesaplanır. Daha sonra objektif ve sübjektif kriter ağırlıkları kullanılarak SOWIA yöntemi ile bütünleşik kriter ağırlıkları belirlenir. Dördüncü aşamada; WASPAS, CoCoSo, DNMA ve MAIRCA yöntemleri kullanılarak müşteri sıralamaları belirlenir. Daha sonra bu dört sıralama yönteminden elde edilen sıralamalar kullanılarak TPOP yöntemi ile tek bir müşteri sıralaması elde edilir. Son olarak elde edilen tüm sıralamalar mod değerlerine göre birleştirilerek bütünleşik müşteri sıralaması ortaya çıkarılır. Bu bütünleşik sıralama kullanılarak üretim önceliği belirlenir.

Bulgular: Önerilen yaklaşım seramik ihracatı yapan bir ihracat firmasında üretim önceliğinin belirlenmesi için kullanılmıştır. 7 temel kriter arasında “Satış Miktarı” en önemli kriter olarak belirlenirken; 22 müşteri arasında üretim önceliğinin verilmesi gereken müşteri M_2 müşterisi olarak ortaya çıkmıştır.

Sonuç: Literatürde; ÇKKV yöntemi kullanılarak üretim önceliği belirleyen çalışma az sayıdadır. Ayrıca nicel ve nitel yöntemlerin bütünleşik olarak değerlendirildiği ve seramik sektöründe kullanıldığı herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılan bu tez çalışmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Talep yönetimi, üretim önceliği, LBWA, CRITIC, SOWIA, WASPAS, CoCoSo, DNMA, MAIRCA, TPOP

Ağustos 2022, 88 sayfa

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

A MULTI CRITERIA DECISION MAKING BASED INTEGRATED APPROACH FOR DETERMINING PRODUCTION PRIORITY IN DEMAND MANAGEMENT

Elif BAYRAM

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

Purpose: In the demand management process; it is tried to balance the needs of the customers with the supply opportunities of the company. Effective demand management starts with effective inventory control and tracking of customer orders and is completed with customer satisfaction. The correct determination of production priorities is one of the ways to increase customer satisfaction. In this context, a new approach has been developed for determining the production priority needed in the demand management process.

Method: A new integrated approach based on Multi-Criteria Decision Making (MCDM) is proposed for determining production priorities. In the first stage of this approach, which consists of four stages, customer alternatives are determined. In the second stage, production priority criteria are determined depending on customer characteristics. In the third stage; with LBWA and CRITIC methods, objective and subjective criteria weights are calculated by taking into account expert opinions and real data. Then, using the objective and subjective criterion weights, the integrated criterion weights are determined by the SOWIA method. In the fourth stage; customer rankings are determined using WASPAS, CoCoSo, DNMA and MAIRCA methods. Then, using the rankings obtained from these four ranking methods, a single customer ranking is obtained with the TPOP method. Finally, all the obtained rankings are combined according to their mode values to reveal the integrated customer ranking. Production priority is determined using this integrated sequencing.

Findings: The proposed approach has been used to determine the production priority in an export company that exports ceramics. Among the 7 basic criteria, "Sales Amount" was determined as the most important criterion. The customer whose production priority should be given among 22 customers emerged as an M_2 client.

Results: In the literature; there are few studies that determine production priority using the MCDM method. In addition, no study in which quantitative and qualitative methods are evaluated in an integrated manner and used in the ceramics industry has not been found in the literature. For this reason, it is thought that this thesis study will contribute to the literature.

Keywords: Demand Management, Production Priority, LBWA, CRITIC, SOWIA WASPAS, CoCoSo, DNMA, MAIRCA, TPOP

August 2022, 88 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xi
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	4
Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesinde Kullanılan ÇKKV Yöntemlerine Ait Çalışmalar .4	
LBWA yöntemi ile ilgili literatür araştırması	4
CRITIC yöntemi ile ilgili literatür araştırması.....	5
SOWIA yöntemi ile ilgili literatür araştırması.....	6
Alternatif Sıralamada Kullanılan ÇKKV Yöntemlerine Ait Çalışmalar.....	6
WASPAS yöntemi ile ilgili literatür araştırması.....	7
CoCoSo yöntemi ile ilgili literatür araştırması	7
DNMA yöntemi ile ilgili literatür araştırması.....	8
MAIRCA yöntemi ile ilgili literatür araştırması.....	9
TPOP yöntemi ile ilgili literatür araştırması	10
MATERYAL VE YÖNTEM	11
Planlama.....	11
Talep Yönetimi.....	12
Müşteri Memnuniyeti.....	13
Karar Verme.....	15
Çok Kriterli Karar Verme	15
LBWA Yöntemi	16
CRITIC Yöntemi.....	18
SOWIA Yöntemi.....	20
WASPAS Yöntemi	20

COCOSO Yöntemi	21
DNMA Yöntemi	22
MAIRCA Yöntemi.....	25
TPOP Yöntemi.....	26
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	29
Aşama 1. Müşteri Alternatiflerinin Belirlenmesi.....	30
Aşama 2. Kriterlerin Belirlenmesi	31
Aşama 3. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması.....	33
Adım 1. LBWA Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma.....	33
Adım 2. CRITIC Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma	35
Adım 3. SOWIA Yöntemi ile Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma.....	38
Adım 4. Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması.....	39
Aşama 4. Müşteri Alternatiflerinin Sıralanması	40
Adım 5. WASPAS Yöntemi ile Alternatif Sıralama.....	40
Adım 6. CoCoSo Yöntemi ile Alternatif Sıralama	43
Adım 7. DNMA Yöntemi ile Alternatif Sıralama.....	46
Adım 8. MAIRCA Yöntemi ile Alternatif Sıralama.....	51
Adım 9. TPOP Yöntemi ile Bütünleşik Alternatif Sıralama.....	58
Adım 10. Sıralama Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	65
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
KAYNAKÇA	70
ÖZGEÇMİŞ.....	74

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1. Planlama Süreçleri.....	12
Tablo 2. Alternatif Müşterilerin Talep ve Satış Miktarları.....	30
Tablo 3. Her Bir Kriter Karşılığında Müşterilerin Aldıkları Değerler	32
Tablo 4. Kriterlerin Puanlanması.....	33
Tablo 5. Kriterlerin Önem Derecesine Göre Sıralanması.....	33
Tablo 6. Etki fonksiyonlarının belirlenmesi	34
Tablo 7. LBWA Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları	35
Tablo 8. Normalize Karar Matrisi.....	36
Tablo 9. CRITIC Yöntemi için Standart Sapma Değerleri.....	36
Tablo 10. CRITIC Yöntemi için Korelasyon Değerleri	37
Tablo 11. (1-Korelasyon Katsayısı) Değerleri.....	37
Tablo 12. CRITIC Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları	37
Tablo 13. En Uygun α Değerinin Belirlenmesi.....	38
Tablo 14. SOWIA Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları ve Sıralaması	39
Tablo 15. Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması	40
Tablo 16. WASPAS Yöntemi için Oluşturulan Normalize Karar Matrisi.....	40
Tablo 17. WASPAS Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması.....	42
Tablo 18. CoCoSo Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması (LBWA).....	44
Tablo 19. CoCoSo Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması (CRITIC).....	45
Tablo 20. CoCoSo Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması (SOWIA).....	45
Tablo 21. DNMA için Vektörel Normalizasyon	47
Tablo 22. DNMA Yönteminde LBWA, CRITIC ve SOWIA Kriter Ağırlıklarının Düzenlenmesi.....	48
Tablo 23. LBWA Yöntemine Göre Belirlenen Kriter Ağırlıklarına Bağlı Olarak DNMA Yöntemi ile Elde Edilen Müşteri Sırası	49
Tablo 24. CRITIC Yöntemine Göre Belirlenen Kriter Ağırlıklarına Bağlı Olarak DNMA Yöntemi ile Elde Edilen Müşteri Sırası	49
Tablo 25. SOWIA Yöntemine Göre Belirlenen Kriter Ağırlıklarına Bağlı Olarak DNMA Yöntemi ile Elde Edilen Müşteri Sırası	50
Tablo 26. Teorik Değerlendirme Matrisi (LBWA).....	51
Tablo 27. Teorik Değerlendirme Matrisi (CRITIC)	52

Tablo 28. Teorik Değerlendirme Matrisi (SOWIA)	53
Tablo 29. Gerçek Değerlendirme Matrisi (LBWA).....	54
Tablo 30. Gerçek Değerlendirme Matrisi (CRITIC)	54
Tablo 31. Gerçek Değerlendirme Matrisi (SOWIA)	55
Tablo 32. Fark Matrisi ve Müşterilerin Sıralandırılması (LBWA).....	56
Tablo 33. Fark Matrisi ve Müşterilerin Sıralandırılması (CRITIC)	57
Tablo 34. Fark Matrisi ve Müşterilerin Sıralandırılması (SOWIA)	58
Tablo 35. TPOP Yöntemi için Müşteri Sıralama Matrisi	59
Tablo 36. TPOP Yöntemi için Normalize Matris	60
Tablo 37. TPOP Yönteminde Kullanılacak Entropi Değerleri	60
Tablo 38. TPOP Yönteminde Kullanılacak Ağırlıklar	61
Tablo 39. TPOP Yöntemi için gb' Değerleri	61
Tablo 40. TPOP Yöntemi için Gb' Değerleri	61
Tablo 41. Alternatif Sıralama Ağırlıklarının Normalize Matrisi	62
Tablo 42. TPOP Yöntemine Göre Müşteri Sıralama (LBWA).....	63
Tablo 43. TPOP Yöntemine Göre Müşteri Sıralama (CRITIC)	64
Tablo 44. TPOP Yöntemine Göre Müşteri Sıralama (SOWIA)	64
Tablo 45. Alternatif Sıralama Sonuçlarını Karşılaştırma Tablosu.....	65
Tablo 46. Bütünleşik Sıralama.....	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Basitleştirilmiş planlama ve kontrol sistemleri	12
Şekil 2. Talep yönetimi unsurları	13
Şekil 3. Müşteri memnuniyeti kriterleri	14
Şekil 4. Önerilen yaklaşımın akış diyagramı.....	30



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
ARAS	: Additive Ratio Assesment
BWM	: Best Worst Method
CCM	: The Complete Compensatory Model
COCOSO	: Combined Compromise Solution
CODAS	: Combinative Distance-based Assessment
COPRAS	: Complex Proportional Assessment
CRITIC	: The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	: Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
DNMA	: Double Normalization Based Multiple Aggretron
EDAS	: Evaluation based on Distance from Average Solution
ELECTRE	: Elemination and Choice Translating Reality English
EWB	: Exponically Weighted Product
GİA	: Gri İlişkisel Analiz
HTEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi
ICM	: The Incomplete Compensatory Model
LBWA	: Level Based Weight Assessment
MABAC	: Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison
MACBETH	: Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
MAIRCA	: Multi Attribute Ideal Real Comparative Analysis
MARCOS	: Measurement Alternatives and Ranking according to Compromise Solution
MAUT	: Multi Attribute Utility Theory
MCDM	: Multi Criteria Decision Making
MOORA	: Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis
MOOSRA	: Multi-Objective Optimization On The Basis Of Simple Ratio Analysis
OCRA	: Operational Competitiveness Rating
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
PROMETHEE	: The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
PSI	: Preference Selection Index

RAFSI	: Ranking of Alternatives through Functional mapping of criterion sub-intervals into a Single Interval
SAW	: Simple Additive Weighting
SDO	: Stok Dönüşüm Oranı
SOWIA	: Subjective and Objective Weight Integrated Approach
SWARA	: Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TPOP	: Technique of Precise Order Preference
UCM	: The Un-Compensatory Model
URAP	: University Ranking by Academic Performance
VIKOR	: Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
WASPAS	: Weighted Aggregated Sum Product Assessment
WGHM	: Weighted Geometric Heronian Mean
WHM	: Weighted Heronian Mean
WPM	: Weighted Product Model
WSM	: Weighted Sum Mode

GİRİŞ

Günümüz dünyasında yaşanan ekonomik sıkıntılar ile birlikte küçülme kararı alan işletmelerin sayısı oldukça fazladır. İşletmelerin küçülme kararı almasının aksine artan nüfus ve buna bağlı olarak artan talep, müşterilere geri bildirimlerin yavaşlamasına neden olmuştur. İşletmenin, küçülme kararı almaması ve ekonomik sıkıntılara karşı ayakta kalabilmesi için sınırlı üretim kaynaklarını maksimum verim alacak şekilde kullanması ve işletme çıkarlarını gözeterek karlılığını artırması gerekmektedir. Yöneticiler, müşteri memnuniyetini artırmak ve sınırlı üretim kaynaklarını işletme karlılığını gözeterek kullanmak hedefi doğrultusunda talep yönetimini etkin bir şekilde gerçekleştirmek zorundadırlar. Bununla birlikte; talep yönetiminde üretim önceliklerinin belirlenmesi son derece önemlidir.

Pandemi döneminde evde kalmanın etkisi ile inşaat sektörüne olan taleplerde hızlı bir artış gözlemlenmiştir. İnşaat sektöründeki talebin artması ile birlikte bu sektöre bağlı birçok alt sektörlerde de talep artışı kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu sektörlerden biri olan seramik, inşaatta kullanılan temel malzemelerin başında gelmektedir. Seramik sektöründe geniş bir ürün yelpazesinin bulunması ve farklı istekleri olan müşterilerin bulunması nedeniyle artan talep karşısında hızlı ve doğru kararların verilmesi gittikçe daha kompleks hale gelmektedir. Söz konusu kararların üzerinde müşteri özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan müşteri öncelikleri yani üretim önceliği etkilidir. Bu tez çalışmasında seramik sektöründe yer alan bir firmada müşteri özelliklerine bağlı olarak üretim önceliğinin belirlenmesi için Çok Kriterli Karar Verme tabanlı yeni bir bütünleşik yaklaşım önerilmiştir.

Bir karar alma durumunda gerçekte çok fazla matematiksel yöntemler kullanılmadığı ve karar verici yorumlarıyla hareket edildiği gözlemlenmiştir. Bu sebeple çalışmaya objektif yöntemlerin yanı sıra sübjektif yöntemler eklenerek genişletilmiş ve çeşitli ÇKKV yöntemlerinin seramik ihracatı yapan bir ihracat firmasında bütünleşik kullanımı analiz edilmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında ve alternatif müşterilerin sıralanmasında oldukça fazla yöntem bulunmaktadır ve karar vericinin işletmeye ve probleme uygun bir yöntem seçmesi gerekmektedir. Çalışmada bu problemin önüne geçmek ve yöntemleri karşılaştırmak için birden fazla ağırlıklandırma ve sıralama yöntemi kullanılarak doğru karar alınması, müşteri sıralamasının yönetim ve planlama departmanı için talep yönetiminde yol gösterici olması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda önerilen bütünleşik yaklaşım 4 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada müşteri alternatifleri belirlenmiştir. İkinci aşamada üretim önceliğini etkileyecek

kriterler uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Üçüncü aşamada kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Literatürde çeşitli kriter ağırlıklandırma yöntemleri bulunmaktadır. Kriterler ağırlıklandırırken hangi yöntemin daha uygun olduğunu belirlemek de başlıca bir problem olarak ele alınabilir. Bu problemin önüne geçmek amacıyla üç farklı yöntem ile ağırlıklandırma yapılmıştır. İlk olarak oldukça yeni bir ağırlıklandırma yöntemi olan LBWA (Level Based Weight Assessment) yöntemi kullanılmıştır. Sıralamada kullanılacak kriterlerin uzman görüşlerine dayanarak ağırlıklandırılması için bu yöntemin daha uygun olduğu tespit edilmiştir. İkili karşılaştırma prensibine dayanan ve sübjektif bir yöntem olan LBWA, karar kriterlerini gruplandırmakta ve her gruptaki kriterleri kendi içinde basit bir algoritmayla değerlendirerek önem ağırlıklarına ulaşmaktadır. İkinci bir ağırlıklandırma yöntemi olarak objektif bir yöntem olan ve doğrudan veriler üzerinde işlem yaparak sonuca ulaştıran, karar vericilerin karar üzerindeki etkisini ortadan kaldıran CRITIC (The Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemi ele alınmıştır. Bu sayede, karar vericilerin görüşlerinin etkili olduğu LBWA yönteminde elde edilen sonuçlarla da karşılaştırma yapılmıştır. Kriter ağırlıkları kullanılarak daha sonra müşteri alternatiflerinin sıralama işlemi yapılacağı için tek bir kriter ağırlığına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle hem objektif olarak hem de sübjektif olarak elde edilen kriter ağırlıkları SOWIA (Subjective and Objective Weight Integrated Approach) birleşik ağırlıklandırma yöntemi ile birleştirilmiştir. Dördüncü aşamada ise; üretim önceliklerinin belirlenmesi için müşteri alternatifleri sıralanmıştır. Kriter ağırlıklandırmada olduğu gibi sıralamada da farklı strateji ve amaçlar doğrultusunda birden fazla yöntem bulunmaktadır. Müşterilerin sıralamalarına bağlı olarak belirlenen üretim önceliğinin belirlenmesi için 4 farklı sıralama yöntemi kullanılmış ve bu yöntemlerden elde edilen sıralamalar karşılaştırılarak üretim önceliği ilk sırada olan müşteri belirlenmiştir. İlk olarak oldukça basit hesaplama algoritmasına sahip olan WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemi kullanılmıştır. Fayda ve maliyet temelli kriterlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi ve bütünsel iki yöntemin kullanılmasıyla yöntem doğruluğunun artırılması hedeflendiği için çalışmada bu yöntem yer verilmiştir. SAW (Simple Additive Weighting) ve EWP (Exponentially Weighted Product) yöntemlerinin entegrasyonu sonucunda ortaya çıkan, alternatiflerin sıralanmasında yüksek bir karlılık, sağlamlık ve güvenilirliğe sahip olan, iki farklı ÇKKV yöntemini kullanarak tümleşik karar verme stratejisine dayanan ve her bir alternatifin fayda değerlerini bir arada toplamak için birleştirme fonksiyonunu kullanan CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi ile sıralama yapılmıştır. İki farklı normalizasyon tekniği kullanılarak üç farklı birleştirme fonksiyonu kullanıp sıralama yapan DNMA (Double Normalization Based Multiple Aggregation) yöntemi, birbiri ile çelişen kriterlere sahip ÇKKV problemleri için müşteri sıralamasında daha uygun olduğu düşünüldüğünden bu

yöntemle de sıralama yapılmıştır. Son sıralama yöntemi olarak; teorik çözüm ile gerçek çözüm arasındaki fark değerine bağlı bir şekilde sıralama yapmaya dayanan MAIRCA (Multi Attribute Ideal Real Comparative Analysis) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kolay anlaşılır bir matematiksel algoritmaya sahiptir. Ayrıca yöntemde lineer normalizasyon kullanılmaktadır. Lineer normalizasyon diğer normalizasyon tekniklerine göre daha güvenilir ve tutarlı sonuçlar vermektedir. Dört farklı yöntemden elde edilen alternatif sıralamaları bütünleşik tek bir sıralama elde etmek amacıyla TPOP (Technique of Precise Order Preference) yöntemi ile birleştirilmiştir. Bu dört yöntemden ve TPOP yönteminden elde edilen müşteri sıralamaları mod değerlerine göre birleştirilerek üretim önceliği olan müşteri belirlenmiştir. Buna göre hangi müşterinin siparişinin diğerlerinden önce üretileceği ortaya çıkarılmıştır.

Tez çalışmasında önerilen yaklaşımın uygulandığı seramik işletmesinde taban ve duvar seramiği, sırlı porselen ve teknik granit ihracatı yapılmaktadır. Son dönemde hızla artan müşteri portföyü ile birlikte gelen üretim talepleri, işletme kapasitesinin üzerinde kalmıştır. Bu durum müşteri talepleri arasında önceliklendirme yapılması gerekliliğine sebep olmuştur. Müşterilerin belirli kriterler göz önüne alınarak değerlendirilmesi, müşteri sıralamasının oluşturulması ve üretim taleplerinin bu sıralamaya göre önceliklendirilmesi düşünülmüştür. Birden fazla kriter ve alternatifin bulunduğu bu süreç bir karar alma problemi olarak değerlendirilmiştir. Bir diğer konu ise müşteri sıralamasında kullanılacak yöntemin belirlenmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu problemlerin üstesinden gelebilmek için bu tez çalışmasında önerilen çözüm yaklaşımı kullanılmıştır.

ÇKKV literatürü oldukça geniş kapsamlıdır ancak ÇKKV yöntemi kullanılarak üretim önceliklerinin belirlendiği çalışma sayısı az sayıdadır. Ayrıca literatürde nicel ve nitel yöntemlerin bütünleşik olarak değerlendirildiği ve müşteri sıralamasında kullanıldığı çalışmalarla karşılaşmamıştır. Bu nedenle yapılan bu tez çalışmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde yukarıda bahsedilen ÇKKV yöntemleri ile ilgili literatüre yer verilmiştir. İkinci bölümünde; planlama, talep yönetimi, müşteri memnuniyeti ve ÇKKV konularından bahsedilmiştir. Müşteri sıralamasında kullanılacak yöntemlere ilişkin uygulama adımları belirtirmiştir. Üçüncü bölümde önerilen yöntem kullanılarak müşteri kriterleri ağırlıklandırılmış ve müşteri sıralaması yapılmıştır. Dördüncü bölümde ise elde edilen sıralama sonuçları karşılaştırmalı olarak uzmanlar tarafından analiz edilip yorumlanmıştır.

KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde, tez çalışması kapsamında önerilen çözüm yaklaşımında kriter ağırlıklarının ve müşteri önceliklerinin belirlenmesinde kullanılan ÇKKV yöntemleri hakkında ayrıntılı literatür verilmiştir.

Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesinde Kullanılan ÇKKV Yöntemlerine Ait Çalışmalar

Kriter önem derecelerinin belirlenmesi için yapılan ÇKKV yöntemleri, kriter ağırlıklandırma yöntemleri başlığı altında sınıflandırılabilir. Karar verici yorumlarına bağlı olarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi için öznel yöntemler, tamamen veriler üzerinde işlem yapılarak kriter ağırlıklarını belirleyen nesnel yöntemler ve her iki yöntemin bütünleşik olarak kullanıldığı karma yöntemler bulunmaktadır.

Bu bölümde, çalışmada kullanılan LBWA, CRITIC ve SOWIA ağırlıklandırma yöntemlerine ait literatür araştırmasına yer verilmiştir.

LBWA yöntemi ile ilgili literatür araştırması

LBWA yöntemi, Žižović ve Pamučar (2019) tarafından geliştirilmiş ve tedarikçi performanslarının değerlendirilmesi için ağırlık katsayılarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Pamučar vd. (2020) çalışmalarında LBWA, MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), RAFSI (Ranking of Alternatives through Functional mapping of criterion sub-intervals into a Single Interval) yöntemlerini kullanarak COVID-19 pandemisi koşullarında bir sağlık sisteminin yeniden düzenlenmesi için sürdürülebilir stratejik kılavuz seçimi yapılmıştır. Pamučar vd. (2020), İstanbul Havalimanı için en iyi ulaşım yolunu seçmek amacıyla çeşitli ulaşım hizmetlerini 14 alt kritere ayrılan 4 ana karar kritere göre değerlendirmiş ve kriterlerin önem ağırlıklarını LBWA, WASPAS, bulanık WHM (The Weighted Heron Mean-Ağırlıklı Heron Ortalaması) ve bulanık WGHM (The Weighted Geometric Heron Mean-Ağırlıklı Geometrik Heron Ortalaması) fonksiyonlarının entegrasyonu ile belirlemiştir. Demir (2020), LBWA ile cep telefonu satın alınırken alıcıların dikkate aldığı 5 kriterin ağırlıklarını LBWA yöntemini kullanarak belirlemiştir. Gençkaya vd. (2021), otuz büyükşehir belediyesinin web sayfalarını 13 ana kritere göre Stapel ölçeği ve içerik analizi yöntemi ile yeterlilik açısından değerlendirmiş ve kriterlerin ağırlıklandırılmasında LBWA yöntemi, web sitelerinin sıralamasında CoCoSo yöntemi kullanmıştır. Torkayesh vd. (2021)'nin çalışmasında bir sağlık sektörünü değerlendirmek için entegre bir ÇKKV modeli

geliştirilmiştir. Sağlık göstergelerinin ağırlıklarını belirlemek için BWM (Best Worst Method) ve LBWA sıralama için CoCoSo yöntemi kullanılmıştır. Hristov vd. (2021) tarafından muharebe araçlarına entegrasyon için verimli bir silah sisteminin seçiminde kullanılmak üzere yeni bir D numarasına dayalı LBWA ve MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) modeli geliştirmişlerdir. LBWA yöntemi kullanılarak literatüre kazandırılan son araştırmalardan biri de Pamučar ve Görçün (2022) tarafından hazırlanan verimli ve daha az maliyetli konteyner hatlarından oluşan optimum bir konteyner nakliye sistemi sağlanması için uygun konteyner limanı seçimi çalışmasıdır. Çalışmalarında, Bulanık LBWA ve bulanık CoCoSo tekniklerinden oluşan bir bulanık entegre ÇKKV yaklaşımı önerilmektedir.

CRITIC yöntemi ile ilgili literatür araştırması

İlk olarak 1995 yılında Diakoulaki vd. (1995) tarafından öne sürülen CRITIC yöntemi, objektif bir kriter ağırlıklandırma ihtiyacı ile geliştirilmiş ve Yunan ilaç firmalarının seçimi için kullanılmıştır. Demircioğlu vd. (2018), çalışmasında tüketicilerin en uygun kesintisiz güç kaynağı seçimi yapabilmeleri için 8 farklı kriterin önem ağırlığını elde etmek maksadı ile CRITIC metodunu kullanmış ve 8 adet kesintisiz güç kaynağı alternatifi incelenerek MOOSRA (Multi-Objective Optimization On The Basis Of Simple Ratio Analysis) yöntemi ile performans sıralaması yapılmıştır. Bulğurcu (2019), çalışmasında akıllı teknolojik ürünlerden henüz yaygın kullanılmayan akıllı saatlerin tercihi için önemli görülen kriterlerin ortaya konması ve beş farklı akıllı saat markasından kullanıcıya en çok faydayı sağlayan markanın tespit edilmesi için MAUT (Multi Attribute Utility Theory) ve CRITIC yöntemlerinden yararlanmıştır. Kiracı (2019), CRITIC ve EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemleri ile 13 havayolu şirketinin 2005-2012 dönemi performansının incelenmesini ele alırken; Yazgan (2022), Türkiye'deki büyükşehirlerin 2021 yılı ihracat performanslarını CRITIC ve EDAS yöntemleri kullanılarak değerlendirmiş ve 30 büyükşehri performanslarına göre sıralandırmıştır. Demircan (2020), çalışmasında çok boyutlu performans değerlendirme modellerinden biri olan 360 derece performans değerlendirme yöntemi ele almıştır. Bir Büyükşehir Belediye Başkanlığının İnsan Kaynakları Şube Müdürlüğündeki şefleri değerlendirmede bu yöntem kullanılmıştır. 11 şef için yetkinlik puanları hesaplanmıştır. Hesaplanan puanlara göre şefleri kıyaslamak için CRITIC, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), bulanık AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) ile GİA (Gri ilişkisel Analiz) yöntemlerinden oluşan bütünlük ÇKKV modeli önerilmiştir. Altıntaş (2021)'in çalışmasında, CRITIC yöntemi ile Avrupa Birliği ülkelerine göre lojistik performans endeksini oluşturan bileşenlerin önemlilik dereceleri (ağırlık katsayıları) ölçülmüştür. Söz konusu ülkelerin lojistik performansları WASPAS ve COPRAS (Complex Proportional

Assessment) yöntemleri ile tespit edilmiştir. CRITIC yöntemi ile literatüre kazandırılan son çalışmalardan biri de Novotná vd. (2022) ‘nin Sürdürülebilir Son Mil Teslimatı için mikro merkez konum seçimini BWM-CRITIC-WASPAS yöntemlerinin bütünleşik kullanımı ile çözülmesidir.

SOWIA yöntemi ile ilgili literatür araştırması

SOWIA yöntemi, 2013 yılında Das vd. (2013) tarafından MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis) yöntemi ile birlikte kullanılarak yedi Hindistan Teknoloji Enstitüsü’nün performans değerlendirmesi ve sıralamalarının yapılmasında kullanılmıştır. Daha sonra Sarkar vd. (2014), yine farklı Hindistan Teknoloji Enstitülerinin belirlenen kriterler doğrultusunda SOWIA yöntemi ile ağırlıklandırılması ve VIKOR (Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi ile sıralandırılması ile literatüre katkıda bulunmuştur. Zaher vd. (2018), SOWIA yöntemi ile kriterleri ağırlıklandırırken, MOOSRA, OCRA (Operational Competitiveness Rating) yöntemleri ile sıralama yapmıştır. Zaher vd. (2018) tarafından sunulan bir diğer çalışmada ise öznel ve nesnel ağırlıklarla kaba aralığa dayalı üç farklı ÇKKV yöntemi sunulmaktadır. Sunulan yöntemde SOWIA, ARAS (Additive Ratio Assesment), OCRA, MOORA, REGIME yöntemleri ele alınırken önerilen yaklaşımların daha iyi anlaşılması için sayısal bir örnek uygulama yapılmıştır. Sreekumar vd. (2019), bir Hint imalat endüstrisinin gerçek zamanlı tedarik zinciri karar verme sorununu çözmek için entegre bir ağırlıklandırma yaklaşımı kullanarak kritik sürdürülebilirlik kriterlerinin önceliklendirilmesini ve sürdürülebilirlik stratejisi seçimini ele almaktadır. Bu entegre yaklaşım, AHS, SOWIA ve TOPSIS oluşmaktadır. Son olarak Keskin ve Delice (2022), OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ülkelerinin COVID-19 salgını ile mücadele performanslarını etkileyen girdi ve çıktı kriterlerinin ağırlıklandırılması çalışmasında, nesnel ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC ve öznel ağırlıklandırma yöntemi olan bulanık SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) ile ağırlıklandırılmış, daha sonra bu iki yöntemden elde edilen ağırlık değerleri SOWIA yöntemi ile birleştirilerek bütünleşik ağırlık değerleri elde edilmiştir. Böylece nesnel, öznel ve bütünleşik ağırlıklandırma yöntemleri karşılaştırılmış, salgın ile mücadelede hangi girdi ve çıktı kriterlerinin daha önemli olduğu belirlenmiştir.

Alternatif Sıralamada Kullanılan ÇKKV Yöntemlerine Ait Çalışmalar

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra alternatiflerin bu kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi ve sıralanması için de çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden WSM (Weighted Sum Model) ve WPM (Weighted Product Model) yöntemlerinin

birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan WASPAS, teorik çözüm ile elde edilen çözüm arasındaki farkın belirlenmesi esasına dayanan MAIRCA, iki farklı verinin birleştirilerek uzlaşık çözüm elde etme esasına dayanan CoCoSo, iki farklı normalizasyon tekniği ve üç farklı birleştirme fonksiyonu kullanılarak alternatif sıralamasının yapıldığı DNMA yöntemi ve son olarak bu dört yöntemden elde edilen sıralama sonuçlarının birleştirilerek bütünleşik bir sonuç elde edilen TPOP yöntemine ait literatür araştırması aşağıdaki gibidir.

WASPAS yöntemi ile ilgili literatür araştırması

Son 7 yılda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Chakraborty vd. (2015), 5 gerçek zamanlı üretim problemlerinin WASPAS yöntemi ile çözüme ulaştırılmasını ele almıştır. Bu problemler sırasıyla; esnek bir üretim sistemi seçimi, esnek bir üretim için makine seçimi, otomasyon sistemi seçimi, otomatik denetim sistemleri seçimi ve robot seçim problemleridir. Tayalı (2017) tarafından hazırlanan WASPAS teorisinin tanıtıldığı çalışmada, bir tedarikçi seçimi probleminin çözümü aktarılmakta ve karşılaştırmalı sonuçlar değerlendirilmektedir. Özbek (2017), WASPAS yöntemi ile tedarikçi seçimi yapmıştır. Yücenur vd. (2020), Türkiye'de kurulması planlanan ilk deniz akıntılı enerji üretim tesisi için bir yer seçimi probleminde konum problemini çözmek için çok kriterli bir model önermiştir ve önerilen modelde kriterleri SWARA ile ağırlıklandırırken alternatif konumları WASPAS ile sıralandırmıştır. Erdoğan vd. (2021), Elektronik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçiminin ekonomik, çevresel ve sosyal açılardan “sürdürülebilir” bir temelde incelenmesi amacıyla tedarikçileri sürdürülebilirlik boyutları altında değerlendirmek için hem SWARA hem de WASPAS yönteminden oluşan hibrit bir yöntem kullanmıştır. Miç vd. (2021) ise Türkiye'de geniş bir bölgede yeni üniversite yer seçimi kararını desteklemeye odaklanmıştır. Çalışmada kullanılacak alternatif şehirler özellikle demografik yapı dikkate alınarak belirlenmekte ve çeşitli ÇKKV teknikleri uygulanmaktadır. TOPSIS, WASPAS ve MOORA yöntemleri kullanılarak gerçek bir vaka çalışması ile literatüre kazandırılmıştır.

CoCoSo yöntemi ile ilgili literatür araştırması

Yazdani vd. (2018) tarafından literatüre kazandırılan CoCoSo yöntemi ile ilgili ilk çalışma 2018 yılında yapılmıştır. Çalışmada yeni bir yöntem olarak CoCoSo yöntemi önerilmiştir ve lojistik ağı seçim problemi ile örneklenmiştir. CoCoSo yöntemi ile elde edilen sıralama sonuçları TOPSIS, VIKOR, COPRAS, WASPAS, MOORA, EDAS ve CODAS (Combinative Distance-based Assessment) yöntemleri ile elde edilen sıralama ile karşılaştırılmıştır. CoCoSo yöntemi ile elde edilen sonuçların; VIKOR, WASPAS ve MOORA ile benzer sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Yazdani vd. (2019) çalışmasında ise bir inşaat

şirketindeki tedarikçilerin performansını ölçmek için kısaca CoCoSo-G olarak adlandırılan gri sayılarla birleşik uzlaşma çözüm yönteminin genişletilmiş bir versiyonunu araştırmaktadır. Yöntem tedarikçi kriterlerinin önemini kombine bir şekilde elde etmek için DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve BWM olmak üzere iki ağırlıklandırma yöntemi ile desteklendirilmiştir. Zolfani vd. (2019) BWM ve CoCoSo yöntemine dayalı hibrit bir ÇKKV modeli önermiş ve çelik endüstrisinde bir vaka çalışması sunulmuştur. Önerilen yöntem, tedarik zinciri yönetimi için karmaşık sürdürülebilirlik sorunlarını çözme potansiyelini göstermektedir. Ulutaş vd. (2020) tarafından, bir lojistik merkez için yer seçimi problemini ele almak için bulanık SWARA ve CoCoSo'dan oluşan yeni bir entegre ÇKKV modeli literatüre tanıtılmıştır. Bu çalışmada CoCoSo yönteminin sonuçları ile diğer ÇKKV yöntemlerinin (COPRAS, VIKOR, ARAS, MOORA ve MABAC) sonuçları karşılaştırılarak CoCoSo ile elde edilen sonuçların doğruluğu test edilmiştir. Özdağoğlu vd. (2020), CoCoSo ve MARCOS (Measurement Alternatives and Ranking according to Compromise Solution) yöntemleri ile üniversite kurumlarını başarılarına göre değerlendiren URAP (University Ranking by Academic Performance) tarafından yayınlanan ve 166 üniversitenin performansını 5 kritere göre değerlendiren 2019 yılı raporuna dayanarak Türk üniversitelerini performanslarına göre sıralamıştır. Khan vd. (2021), döngüsel ekonomi uygulamalarını CoCoSo yöntemini kullanılarak değerlendirmiş ve döngüsel ekonomi uygulamalarını önemlerine göre önceliklendirmeyi amaçlamıştır. Topal (2021) ise çalışmasında elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarının değerlendirilmesi için Entropi ve CoCoSo yöntemlerine dayalı ÇKKV modelini uygulamayı amaçlamıştır. Bu amaçla, ülkemizde kurulu gücü açısından ilk 40'ta yer alan Forbes 500 listesine girebilmiş 10 elektrik üretim şirketinin 2019 yılı finansal performanslarını ÇKKV tekniklerinden Entropi ve CoCoSo yöntemleri ile incelenmiştir. Kriter ağırlıkları Entropi ile bulunurken, şirketlerin finansal performans sıralaması ise CoCoSo yöntemi ile yapılmıştır.

DNMA yöntemi ile ilgili literatür araştırması

DNMA yöntemi oldukça yeni bir yöntem olup Liao ve Wu (2019) tarafından geliştirilmiştir. Fayda, maliyet veya hedef türleri biçimindeki nicel ve nitel kriterleri göz önünde bulundurarak çok uzmanlı ÇKKV problemleri için kapsamlı bir algoritma geliştirilmesi amaçlanmıştır ve yöntem iki örnek uygulama ile desteklenmiştir. Wu ve Liao (2019) çalışmasında DNMA yöntemi ile TOPSIS, VIKOR ve MULTIMOORA dahil olmak üzere diğer temsili fayda değerine dayalı yöntemler arasında karşılaştırmalı bir analiz yapmayı amaçlamış ve literatüre katkıda bulunmuşlardır. Liao vd. (2019) çalışmalarında akciğer kanseri tarama problemini çözmek için çift normalizasyona dayalı çoklu kümeleme yöntemini-DNMA

kullanmıştır. Akciğer kanseri taraması için kritik faktörler bulanık Delphi yöntemi ile elde edilmiştir ve önerilen yöntemin kararlılığını doğrulamak için bir karşılaştırma analizi yapılmıştır. Lai vd. (2020), çalışmalarında sürdürülebilir bulut hizmeti sağlayıcılarının gelişimi için fayda, maliyet ve hedef türleri biçiminde nicel ve nitel kriterlerin üstesinden gelmek için Z-sayısına dayalı çift normalleştirmeye dayalı çoklu toplama-DNMA yöntemini tanıtmaktadır. Lai ve Liao (2021), çalışmasında dilsel D sayıları ile DNMA yöntemi ve CRITIC yöntemini entegre ederek bu sorunları çözmek için bir yöntem önermeyi amaçlamıştır.

MAIRCA yöntemi ile ilgili literatür araştırması

MAIRCA yöntemi Pamučar vd. (2014) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Pamučar vd. (2018) çalışmasında bir lojistik merkezin geliştirilmesi ve yer seçimi yapılması için MAIRCA uygulamasını açıklamaktadır. Kriterlerin ağırlık katsayılarını belirlemek için DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca makalede karşılaştırmalı analiz yapma maksadı ile diğer ÇKKV yöntemlerinin sonuçları ile karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu MAIRCA yöntemi ile PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yönteminin tutarlı çözümler sunduğunu gözlemlenmiştir. Ulutaş (2019) çalışmasında SWARA ve MAIRCA yöntemlerini kullanarak yiyecek-içecek firması seçimi yapmıştır. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları elde edilirken, MAIRCA yöntemi ile alternatiflerin performansları değerlendirilmiş ve alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Ayçin (2020), lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın bilgi sistemleri departmanına alınacak personelin seçim sürecinde CRITIC ve MAIRCA yöntemleri bir arada kullanmıştır. CRITIC ile kriterler ağırlıklandırılırken MAIRCA ile alternatiflerin performansları değerlendirilmiştir. Yazgan vd. (2021)'nin çalışmasında da SWARA ve MAIRCA yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Katılım bankacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluşun gişe yetkilisi pozisyonuna başvuran personeller içerisinden, belirlenen kriterler çerçevesinde kuruluş içerisindeki üç yönetici(karar verici) tarafından bankaya alınacak en uygun personelin seçiminin yapılması amacıyla SWARA yöntemi ile kriterler ağırlıklandırılırken, MAIRCA yöntemi ile adayların performans değerleri analiz edilmiştir. Dündar vd. (2021), Çorum ilinde 83.163 büyükbaş hayvan potansiyeline sahip toplam 17 tesis yeri alternatifini belirlenen kriterlere göre sıralandırmış ve SWARA yöntemi ile ağırlıklandırmıştır. 17 alternatifin optimal sıralaması ise COPRAS ve MAIRCA yöntemleri ile yapılmıştır. Her iki yöntemle elde edilen sonuçların benzer sıralamaları verdiği gözlemlenmiştir.

TPOP yöntemi ile ilgili literatür araştırması

TPOP yöntemi Bairagi vd. (2015) tarafından geliştirilmiştir. Ele alınan örnek problemlerden birinde bulanık sayılarla oluşturulan TOPSIS, MOORA, GIA, VIKOR ve COPRAS yöntemleri ile elde edilen sıralama sonuçlarını TPOP yöntemi ile birleştirirken; diğer örnek problemde MOORA, Rao's method, ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) ve VIKOR yöntemlerinden elde edilen sıralama sonuçlarını TPOP yöntemi ile birleştirmiştir. Doserfan vd. (2018), bir uygulamada MULTIMOORA ve MOOSRA yöntemlerinin bulanık versiyonları ile uçak bileşenleri geliştirme planlaması uygulamasını TPOP yöntemini kullanarak sonuçlandırırken başka bir uygulamada ise İran'da bir inşaat projesinin vaka çalışmasına yer vermiştir. Uslu (2020) ise Savunma ve Havacılık Sanayisi için çok kriterli karar verme temelli yeni bir proses tipi hata türü ve etkileri analizi yaklaşımının geliştirilmesi adlı tezinde HTEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) ile riskleri belirlerken, Entropi, CRITIC, PSI (Preference Selection Index) ile kriterleri ağırlıklandırmış ve EDAS, CODAS, COPRAS, TPOP yöntemlerini kullanarak hata türlerini önem önceliklerine göre sıralandırmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde; planlama, talep yönetimi ve müşteri memnuniyetinin öneminden bahsedilmiştir.

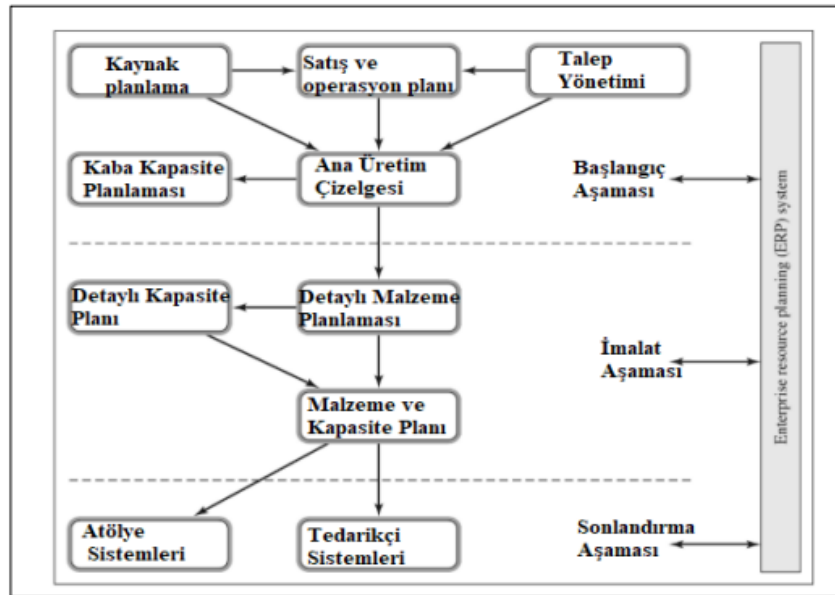
Planlama

Arz talep ilişkisi, müşteri istek ve ihtiyaçlarının karşılanması açısından oldukça önemli olup, müşteri memnuniyetinin sağlanması için bu sürecin etkili ve verimli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Gün geçtikçe hızla artan ve gelişen rekabet ortamında, işletmeler müşteri taleplerini karşılamak için mevcut kaynaklarını optimum düzeyde kullanarak karını artırmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak durumundadır. Bu amaç doğrultusunda tüm süreçlerin bütünlük bir şekilde planlanması kavramı ortaya çıkmaktadır.

Planlama, Güçlü (2017) tarafından belirli amaçlar, geçmiş veriler, tecrübeler, öngörüler ve trendler doğrultusunda, çeşitli kısıtlamalara da uyacak şekilde geleceğe dair kararlar alma olarak tanımlanmıştır.

Yürek (2020) ise planlamayı tüm süreçleri yönetmeye eğilimi olan aksiyonlar bütünü olarak tanımlamıştır. Eldeki kaynakların en verimli şekilde hedeflenen amaca ulaşmak için kullanılması, çeşitli planlama stratejilerinin ortaya çıktığını göstermektedir.

Planlama, her kurumda farklı süreç ve işlemlerde olabilir ancak temel amaç ortaktır; müşteri taleplerini zamanında karşılayabilmek ve işletme karlılığını artırmak. Yürek (2020), çalışmasında Şekil 1’de verilen basitleştirilmiş planlama akışına yer verirken; Güçlü (2017) planlama faaliyetlerini Tablo 1’de belirtildiği gibi gruplandırmıştır.



Şekil 1. Basitleştirilmiş planlama ve kontrol sistemleri

Tablo 1. Planlama Süreçleri

Kurumsal Bölüm	Planlama Faaliyetleri/Süreçleri
Üretim/İmalat	Üretim Planlama, Kapasite Planlama, Malzeme Planlama, Proses Planlama, Satış ve Operasyon Planlama, Detay Çizelgeleme
Satın Alma	Tedarik Planlama, Malzeme Planlama, Satış ve Operasyon Planlama, Tedarikçi/Fason Planlama, Stok Yönetimi
Lojistik, Depo, Sevkiyat	Stok Yönetimi, Mal Kabulü, Sevk Planlama, Lojistik Planlama
Pazarlama	Orta Vade Talep Planlama, Promosyon Planlama, Fiyatlama, Ürün Portföy Yönetimi, Satış ve Operasyon Planlama
Satış	Kısa Vade Talep Planlama
Tasarım, Ür-Ge, Ar-Ge	Ürün Planlama, Proje Planlama
İnsan Kaynakları	İşgücü Planlama
Finans	Finansal Planlama, Fizibilite
Üst Yönetim	Stratejik İş Planlama, Satış ve Operasyon Planlama
Bilgi Teknolojileri	İşgücü Planlama, Proje Planlama
Kalite Kontrol	Üretim Planlama, İşgücü Planlama
Operasyon, Hizmet	İşgücü Planlama, Satış ve Operasyon Planlama, Malzeme Planlama

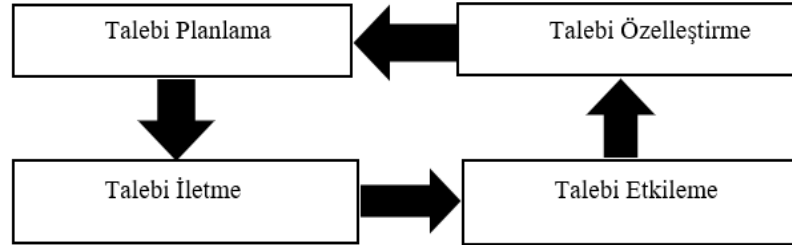
Şekil 1’de de gösterildiği gibi planlama, satış tahminleri ve müşteri siparişleri ile başlamaktadır. Satış tahminleri ve talep yönetimi planlamanın önemli iki temel aşaması olarak dikkate alındığında, çalışmanın sonraki bölümünde talep yönetiminden bahsedilecektir.

Talep Yönetimi

Arz ve talep dengesini korumak ve sürdürmek maksadı ile çeşitli strateji ve planlamaların yönetim süreci, talep yönetimi olarak adlandırılabilir. Başkol (2011), talep yönetimini, planlama amacı ile talep bilgilerinin operasyonel yönetimi olarak tanımlamıştır. Özdemir (2004) ise talep yönetim sürecini müşterilerin ihtiyaçları ile firmanın arz imkanlarını dengelemeye çalışmak olarak açıklamıştır. Talep yönetimi, tedarik ve talep kısmında yer alan yöneticiler arasında koordine edilmiş bir karar alma sürecini gerekli kılar. Sürdürülebilir kar

elde etmek için, talep yönetimi kararları ile bu yönetim fonksiyonlarının birleşimi önemli bir unsurdur (Başkol, 2011).

Başkol (2011), talep yönetimi unsurlarını Şekil 2’de gösterildiği gibi temel olarak 4 ana başlık altında toplamıştır.



Şekil 2. Talep yönetimi unsurları

Müşteri siparişi ile başlayan talep planlama aşaması talebin ilgili tedarikçilere iletilmesi ile devam eder. Satış ve pazarlama ekipleri talebin müşteriye sunulması ve talep geçerliliğinin korunmasından sorumludur. Bu ekipler aktif bir şekilde talep yönetimi sürecine dahil olup talebi etkileme unsurunu geçerli kılmalıdır. Talebi özelleştirme unsuru ise müşteri siparişinin yönetimi olarak tanımlanabilir.

Özetle talep yönetim süreci; müşteri siparişinin alınması, siparişin tedarikçiye bildirilmesi, tahmini üretim süresinin müşteriye bildirilmesi, üretimin takibi, stok takibi ve müşteriye yapılan geri bildirim, satış, satış sonrası müşteri memnuniyetinin tespiti olarak genişletilebilir. Etkili bir talep yönetimi müşteri siparişinin etkin stok kontrolü ve takibi ile başlayıp, müşteri memnuniyeti ile tamamlanmalıdır. Bu doğrultuda sonraki bölümde müşteri memnuniyetinden bahsedilmiştir.

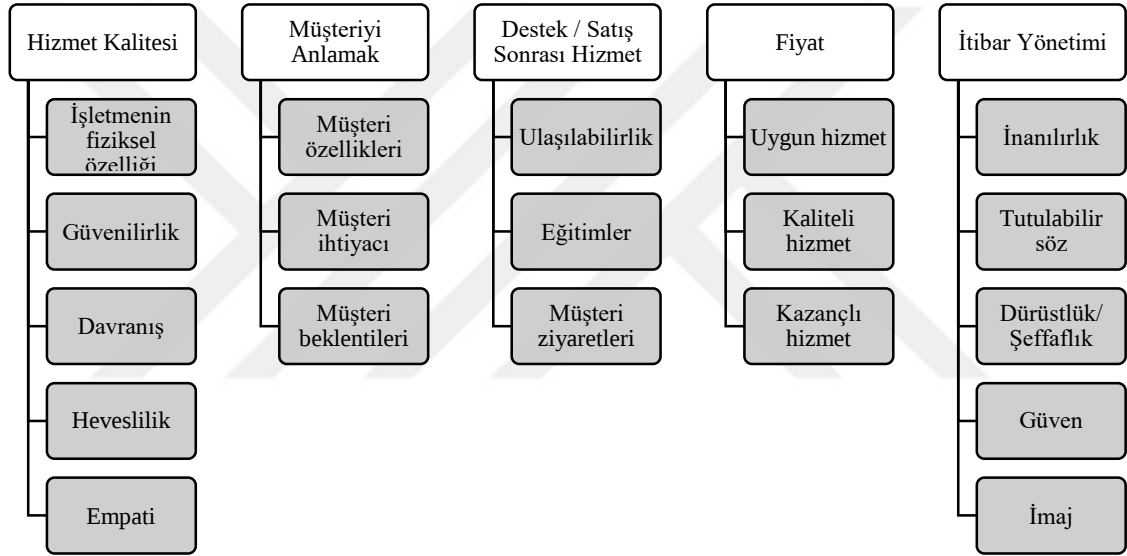
Müşteri Memnuniyeti

Müşteri memnuniyeti artıkça işletme karlılığı artacağından müşteri memnuniyetinin sağlanması talep yönetiminde önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde artan rekabet koşulları ile birlikte müşteri memnuniyetinin ve sadakatinin korunması oldukça güçleşmiştir. Bu sürecin etkili bir şekilde yönetilmesi için disiplinler arası iletişimin kuvvetli olması gerekmektedir. Müşteri memnuniyetinde fiyat ve kalite kadar talebin karşılanma süresi ve müşteriye yapılan geri dönüş hızı da belirleyici unsurlardandır. Gümüş (2014), müşteri memnuniyetini, belli bir mücadele sonucunda müşteri beklentilerinin ne ölçüde karşılandığı olarak tanımlamıştır. Müşteri memnuniyetinin sağlanmasıyla elde tutulan müşterinin işletmeye getirdiği faydalar Gümüş (2014)’ün çalışmasında aşağıda belirtildiği gibi özetlenebilir:

- Satış ve pazarlama harcamaları uzun süreklilikte daha dengelidir,

- Müşterilerin yaptığı harcama zaman içinde daha da artar,
- Tekrar gelen müşteri daha az hizmete sebep olur,
- Tatmin olmuş müşteri zincirleme satışa neden olabilir,
- Tatmin olmuş müşteri daha fazla ödeme yapar.

Topal (2021) ise müşteri memnuniyetini hizmet verilen alanda müşterilere çözüm önerileri sunarak beklentilere cevap verebilmek olarak tanımlamıştır. Bu memnuniyet hem müşteri hem de hizmet veren firma için uzlaşmacı bir karara varabilmektir. Çalışmasında ÇKKV tekniği ile müşteri memnuniyeti ölçümüne yer veren Topal (2021), müşteri memnuniyetinin belirlenmesini 4 ana kriter ve 19 alt kriterlere dayandırmıştır. Bu kriterler Şekil 3'te verildiği gibi özetlenmiştir.



Şekil 3. Müşteri memnuniyeti kriterleri

Müşteri memnuniyeti, Şekil 3'de gösterildiği üzere kaliteli hizmet, müşteri iletişimi, satış sonrası hizmet, fiyat ve itibar yönetimi ana kriterlerine dayandırılarak ölçülebilir. Müşteri memnuniyetini sağlamak işletme karlılığı için olmazsa olmaz unsurlardan biridir. Müşteri ile iyi ve güçlü bir iletişime sahip olmak gerekirken hizmet tarafında da kaliteli ve düşük maliyetli bir performans sergilenmesi gerekmektedir. Tüm bu süreçte müşteri talebinin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Müşteri taleplerini karşılarken müşteri özelliklerine bağlı olarak üretim önceliklerini belirlemek gerekir. Müşteri önceliği birden fazla kriter dikkate alınarak belirlenen bir ÇKKV problemi olarak değerlendirilebilir. ÇKKV kavramı sonraki bölümlerde ele alınmış ve açıklanmıştır.

Karar Verme

Karar verme kavramı Özbek (2017) tarafından “Belirlenen amacı gerçekleştirmek için mevcut seçenekler arasından, belirlenen kriterler dikkate alınarak en uygun ya da olanların seçilmesi” olarak tanımlanmıştır. Arslan (2018) karar vermeyi, bir problemi çözmek ve istenilen amaca ulaşmak için birtakım kriterler doğrultusunda, hali hazırda tüm alternatifler arasından bir ya da birkaçını seçme işlemi olarak tanımlamıştır. Literatürde birçok kaynakta karar verme bir süreç olarak ele alınır. Arslan (2018)’e göre karar verme sürecinin aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Problemin fark edilmesi
- Problemin belirlenmesi ve tanımlanması
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Alternatiflerin değerlendirilmesi
- En iyi alternatifin belirlenmesi
- Kararın değerlendirilmesi

Tüm bu karar verme süreci, karar vericinin yorumuna ve yönlendirmesine, uygulayacağı yönteme göre şekillenmektedir.

Ecer (2020) ise karar verme kavramını “hedeflerin doğru şekilde ifade edilmesi, farklı ve olası çözümlerin belirlenmesi, bunların olabilirliklerinin değerlendirilmesi, sonuçların ve her bir çözümün uygulanma sonuçlarının analizi, çözümün seçilmesi ve uygulanması” olarak tanımlamıştır. Daha da özetleyecek olursak karar verme, karar vericinin tercihleri doğrultusunda alternatifler kümesinden bir alternatifin belirlenip seçilmesi şeklinde tanımlanabilir (Ecer, 2020).

Çok Kriterli Karar Verme

Bilimsel bir karar verme süreci, kriterlerin ve amaca uygun karar verme yönteminin seçilmesini gerektirmektedir. Çeşitli amaç veya hedeflere ulaşmak için birden fazla alternatif ve seçim kriterinin içerisinde en iyi seçeneğe ulaşmak doğrultusunda ÇKKV’den yararlanılır. Günümüzde kaliteli mal ve/veya hizmetlerin sunumu, müşteri memnuniyetinin sürekli ölçülmesi, varsa memnuniyetsizliğe neden olan konuların tespiti ve olabildiğince hızlı çözüme kavuşturulması, müşteri tatmini, sadakati ve sürdürülebilir karlılık için ön koşuldur (Uludağ vd., 2020). Sürdürülebilir karlılığı hedefleyen işletmeler tüm bu amaçlar doğrultusunda çeşitli ÇKKV problemleri ile karşı karşıya kalmaktadır.

ÇKKV, karar vericinin sayılabilir sonlu sayıda ya da sayılamayan sayıda seçenekten oluşan bir küme içerisinde en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim işlemi ya da diğer bir deyişle, iki veya daha fazla kritere dayanarak değerlendirme yaparak seçim yapması olarak tanımlanabilir (Çelikyay, 2002). ÇKKV, çoklu ve genellikle birbiri ile çelişen kriterler olması durumunda alternatifler arasından seçim yapmayı içerir. Alternatif ve kriterlerin fazla olduğu karar verme problemlerinde karar mekanizmasını kontrol altında tutabilmek, karara mümkün olduğu kadar hızlı ve kolay ulaşabilmek amacıyla ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır (Orhan, 2013). Kullanılacak yöntemler; problemin yapısına, amacına, kriterlerine bağlı olarak seçilmekte ve uygulanmaktadır. Literatürde çeşitli amaç ve kriterler doğrultusunda oldukça fazla ÇKKV yöntemi bulunmaktadır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde bu yöntemler “Ağırlıklandırma” ve “Sıralama” olarak iki başlık altında toparlanmıştır. Sonraki bölümde bu iki başlık ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Genel olarak karar verme süreci adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Koçoğlu,2010):

- Amaç ve problemin belirlenmesi,
- Probleme ilişkin verilerin toplanması,
- Alternatif çözüm yollarının belirlenmesi,
- Alternatiflerin değerlendirilmesi,
- En uygun alternatifin seçilmesi ve değerlendirilmesi,
- Kararların uygulanması ve sonucun değerlendirilmesi.

LBWA Yöntemi

Kriterler arasındaki ilişkiyi uzman görüşleri doğrultusunda ağırlıklandırma esasına dayanan LBWA yöntemi, sübjektif yani öznel bir yöntem olarak sunulmaktadır. LBWA yöntemi, diğer sübjektif kriter ağırlıklandırma yöntemleri incelendiğinde az sayıda ikili karşılaştırma prensibine dayanan ve rasyonel ifadelere yer verilen yöntem ihtiyacı sebebiyle geliştirilmiştir.

Yöntem dört amaç doğrultusunda geliştirilmiştir:

1. Az sayıda kriter karşılaştırılması (n-1)
2. Basit bir algoritma ile kriter sayısından bağımsız bir model oluşturulması
3. Rasyonel değerlendirme için kriter ağırlıklarının güvenilir sonuçlar verdiği bir model tanımlanması,
4. Problemlerin kolayca çözülebilmesi için karar vericilere kolayca açıklanabilen bir model geliştirilmesi (Žižović ve Pamučar, 2019)

LBWA yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanma adımları aşağıdaki gibidir (Žižović ve Pamučar, 2019):

n kriterli bir ÇKKV problemi olduğu varsayılın $S = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$

1. Adım: Karar Vericiler Tarafından En Önemli Kriterin Belirlenmesi

Örneğin; C_1 kriteri, $S = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ kriterleri içinden uzmanlar tarafından karar verme süreci için en önemli kriter olarak seçilsin.

2. Adım: Kriterlerin Önem Derecelerine Göre Gruplandırılması

Karar vericiler tarafından kriterlerin alt kümeleri oluşturulur:

Seviye 1: En önemli kriter olan C_1 , bu gruptaki kriterlerle ya eşit öneme sahip ya da en fazla 2 katı daha fazla öneme sahip olmalıdır.

Seviye 2: En önemli kriter olan C_1 bu gruptaki kriterlerin en az 2 katı, en fazla ise 3 katı daha fazla öneme sahip olmalıdır.

Seviye 3: En önemli kriter olan C_1 , bu gruptaki kriterlerin en az 3 katı, en fazla ise 4 katı daha fazla öneme sahip olmalıdır.

...

Seviye k : En önemli kriter olan C_1 , bu gruptaki kriterlerin en az k katı, en fazla ise $k+1$ katı daha fazla öneme sahip olmalıdır. (Demir, 2020)

Karar vericiler yukarıda belirtilen adımları uygulayarak kriterlerin kabaca sınıflandırılmasını belirler ve kriterleri önem seviyelerine göre gruplandırır.

C_j kriterinin önem derecesi $s(C_j)$ olarak belirtilirse, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, $S = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_k$ ve $i \in \{1, 2, \dots, k\}$ olmak üzere her seviye Eşitlik (1) ile elde edilir:

$$S_i = \{C_{i_1}, C_{i_2}, \dots, C_{i_s}\} = \{C_j \in S : i \leq s(C_j) < i + 1\} \quad (1)$$

3. Adım: Kriterlere Değer Atanması

Önem derecelerine göre gruplandırılan kriterlerin her bir seviye içindeki önemi, diğer kriterlerle karşılaştırılıp tamsayı ataması yapılır.

S_i seviyesindeki her C_{i_p} kriteri, o seviyedeki $S_i = \{C_{i_1}, C_{i_2}, \dots, C_{i_s}\}$ kriterleri ile karşılaştırılır ve önem derecesine göre $I_{i_p} \in \{0, 1, 2, \dots, r\}$ tam sayı ataması yapılır. En önemli kriter olan C_1 e $I_1 = 0$ değeri atanır. Eğer C_{i_p} kriteri C_{i_q} kriterinden daha önemliyse $I_p < I_q$

olmalıdır. Eğer C_{i_p} ve C_{i_q} kriterleri eşit derecede önemliyse $I_p = I_q$ şeklinde değer atanır. Maksimum atanan tamsayı değerini bulmak için Eşitlik (2) kullanılır.

$$r = \max\{|S_1|, |S_2|, \dots, |S_k|\} \quad (2)$$

4. Adım: Esneklik Katsayısının Belirlenmesi

Adım 3'te bulunan r değerine göre esneklik katsayısı elde edilir. Esneklik katsayısı olarak tanımlanan r_0 , $r_0 > r$ ($r_0 \in R$) eşitliği ile belirlenir.

5. Adım: Kriterlerin Etki Fonksiyonunun Hesaplanması

Etki fonksiyonu Eşitlik (3)'teki gibi tanımlanır: $f: S \rightarrow R$ ve $C_{i_p} \in S_i$ olmak üzere,

$$f(C_{i_p}) = \frac{r_0}{i \cdot r_0 + I_{i_p}} \quad (3)$$

i , kriterin sınıflandırıldığı seviye numarasını; r_0 , esneklik katsayısını; I_{i_p} ise ilgili seviye içinde C_{i_p} kriterine atanan tamsayı değerini belirtir.

6. Adım: Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Eşitlik (4) kullanılarak öncelikle en önemli kriterin ağırlığı bulunur. Daha sonra kalan diğer kriterlerin ağırlığı ise Eşitlik (5) kullanılarak elde edilir.

$$w_1 = \frac{1}{1 + f(C_2) + \dots + f(C_n)} \quad (4)$$

$$w_j = f(C_j) \cdot w_1 \quad (5)$$

CRITIC Yöntemi

Kriter ağırlıklarını bulmak amacıyla kullanılan CRITIC yöntemi, doğrudan veriler üzerinde işlem yapılarak sonuca ulaştırdığı için objektif yöntemler arasındadır. Kriter ağırlığı hesaplanırken bir kriterin hem standart sapması hem diğer kriterlerle olan korelasyonu dikkate alınır. Ağırlıklar hesaplanırken karar vericilerin hesaplamaya etkisi bulunmamaktadır, istatistiksel basit hesaplamalar ile önem ağırlıkları belirlenir (Ecer, 2020).

CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanma adımları aşağıdaki gibidir:

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar vermede kullanılacak kriterlere ait sayısal veriler kullanılarak başlangıç karar matrisi Eşitlik (6)'daki gibi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{i1} \\ x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{i2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{in} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

2. Adım: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Fayda ve maliyet temelli kriterler lineer normalizasyon yardımıyla standartlaştırılır. Eşitlik (7) fayda temelli ve Eşitlik (8) maliyet temelli kriterleri hesaplamak için kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{jmin}}{x_{jmak} - x_{jmin}} \quad (7)$$

$$r_{ij} = \frac{x_{jmak} - x_{ij}}{x_{jmak} - x_{jmin}} \quad (8)$$

3. Adım: Standart Sapmanın Hesaplanması

Kriterlere ait standart sapma Eşitlik (9) yardımıyla elde edilir.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{n-1}} \quad (9)$$

m alternatif ve n kriter olmak üzere, x_{ij} i . alternatifin ($i=1, 2, \dots, m$) j . kriter ($j=1, 2, \dots, n$) karşısındaki değerini,

r_{ij} , Normalize edilmiş x_{ij} değerini; $\bar{r}_j$, ortalama r_{ij} değerini ve σ_j , j . kriterin standart sapmasını göstermektedir.

4. Adım: Korelasyon Katsayısının Hesaplanması

Normalizasyon sonucu elde edilen r_{ij} değerleri kullanılarak Eşitlik (10) yardımıyla P_{jk} korelasyon katsayısı hesaplanır. P_{jk} , j kriteri ile k kriteri arasındaki korelasyon değerini belirtmektedir.

$$P_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j) \cdot (r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad (10)$$

5. Adım: Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Bulunması

Kriter ağırlığı, Eşitlik (11)'a göre hesaplanır. $\sigma_j \cdot \sum_{k=1}^n (1 - P_{jk}) = C_j$ olarak belirtildiğinde Eşitlik (12)'de belirtildiği gibi sadeleştirilebilir.

$$w_j = \frac{\sigma_j \cdot \sum_{k=1}^n (1 - P_{jk})}{\sum_{k=1}^n (\sigma_j \cdot \sum_{k=1}^n (1 - P_{jk}))} \quad (11)$$

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^n c_k} \quad (12)$$

SOWIA Yöntemi

Sübjektif ve objektif ağırlıklandırma yöntemleri ile elde edilen kriter ağırlıkları SOWIA yöntemi ile 3 adımda bütünleştirilmektedir.

1. Adım: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

Başlangıç karar matrisi Eşitlik (6)'da gösterildiği gibi oluşturulur.

2. Adım: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Birimci adımda oluşturulan karar matrisi normalize edilir. Belirlenen ÇKKV yöntemine göre normalize matris kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenir. Zaher (2018), yöntemi tanıtırken objektif yöntem olarak Entropi yöntemini, sübjektif yöntem olarak karar vericinin yorumu ile kriterlerin önem derecelerine göre sıralandırılmasına dayanan RR (Rank Reciprocal) ağırlıklandırma yöntemini kullanmıştır. Her yöntem için yapılacak normalizasyon ve ağırlık bulma işlem adımları farklı olacağından bu adımda özellikle bir formülasyon verilmemiştir. Eğer objektif ve sübjektif kriter ağırlıkları karar vericinin elinde mevcut ise 1. ve 2. adım geçilerek yönteme direkt üçüncü adımdan devam edilmelidir.

3. Adım: Entegre Kriter Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

Objektif yöntem ile elde edilmiş kriter ağırlığı O_j , sübjektif yöntem ile elde edilmiş kriter ağırlığı S_j , objektif ve sübjektif ağırlıkların kombinasyonu W_j^{int} olarak belirtilirse, SOWIA yöntemi ile elde edilen ağırlık Eşitlik (13) ile elde edilir.

$$W_j^{int} = \alpha \cdot O_j + (1 - \alpha) \cdot S_j \quad (13)$$

α , objektif karar ağırlığı olarak belirtilmiştir ve (0,1) aralığında bir değer alır.

WASPAS Yöntemi

Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi olarak tercüme edilen WASPAS yöntemi Zavadskas vd. (2012) tarafından geliştirilmiş ve literatüre kazandırılmıştır. Alternatif sıralama tekniklerinden biri olarak kullanılan yöntemde Zavadskas vd. (2012) sıralama doğruluğunun artırılması amacı ile WSM ve WPM modellerinin bütünleşik analizini önermiştir.

Yöntemin adımları aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

w_j kriter ağırlığını, x_{ij} , i . alternatifin ($i=1, 2, \dots, m$) j . kriter ($j=1, 2, \dots, n$) karşısındaki değerini gösterebilir.

1. Adım: Başlangıç Karar Matrisi Oluşturulması

Eşitlik (6)'daki gibi başlangıç karar matrisi oluşturulur.

2. Adım: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Kriterler lineer normalizasyon tekniği ile Eşitlik (14) ve Eşitlik (15) ile normalize edilir.

$$\text{Kriterler fayda yönlü olduğunda; } \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (14)$$

$$\text{Kriterler maliyet yönlü olduğunda; } \bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (15)$$

3. Adım: WSM Yöntemi ile Performans değerinin Hesaplanması

Alternatifin toplam ağırlıklı önemi (WSM) Eşitlik (16) ile elde edilir.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \cdot w_j \quad (16)$$

4. Adım: WPM Yöntemi ile Performans Değeri Hesaplanması

Alternatifin çarpım ağırlıklı önemi (WPM) Eşitlik (17) ile elde edilir.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (17)$$

5. Adım: Alternatiflerin Nihai Performans Değeri Hesaplanması

Her alternatife ait nihai performans Eşitlik (18) ile gösterildiği gibi belirlenir.

$$Q_i = \alpha \cdot Q_i^{(1)} + (1 - \alpha) \cdot Q_i^{(2)} \quad (18)$$

Burada belirtilen α , 0 ve 1 arasında değer alır ve karar verici tarafından en uygun α değeri belirlenerek nihai performans değeri Eşitlik (18) kullanılarak elde edilir. Değerler azalan düzeyde sıralandırırlar. Performans değeri en yüksek olan kriter, en iyi kriter olarak belirlenir.

COCOSO Yöntemi

CoCoSo yöntemi iki farklı yöntemi birleştirerek bütünleşik uzlaşma dayanmaktadır. Bu yöntem alternatiflerin sıralandırılmasında yüksek karlılık, sağlamlık ve güvenilirliğe sahiptir. Alternatif ve kriterlerin belirlenmesinin ardından yöntem adımları aşağıdaki gibidir:

1. Adım: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

Eşitlik (6)'daki gibi başlangıç karar matrisi oluşturulur.

2. Adım: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Fayda temelli kriterler Eşitlik (7), maliyet temelli kriterler Eşitlik (8) kullanılarak normalize edilir.

3. Adım: S_i ve P_i Değerlerinin Hesaplanması

Gri ilişkisel yaklaşımına istinaden S_i , WASPAS çarpımsal özelliğine istinaden P_i değeri sırasıyla Eşitlik (19) ve Eşitlik (20) kullanılarak hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j \cdot r_{ij}) \quad (19)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (20)$$

4. Adım: Alternatiflerin Performans Ağırlıklarının Hesaplanması

Üç farklı değerlendirme stratejisi kullanılarak alternatiflerin göreceli performans değerleri Eşitlik (21)-(23) hesaplanır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (21)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (22)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1-\lambda) \max_i P_i)}, \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (23)$$

5. Adım: Alternatiflerin Sıralanması

Eşitlik (24) ile elde edilen k_i değerleri büyükten küçüğe doğru sıralandırılır. En büyük değere sahip alternatif en iyi alternatiftir.

$$k_i = (k_{ia} k_{ib} k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3} (k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (24)$$

DNMA Yöntemi

DNMA yöntemi lineer ve vektör normalizasyon tekniği birlikte kullanılarak, üç farklı birleştirme fonksiyonunun kombinasyonu ile değerlendirilir. Bu şekilde yöntemin güvenilirliği artırılır. Birleştirme fonksiyonlarının ağırlığı karar vericiler tarafından belirlenmesi ile de yönteme esneklik kazandırılır. İki farklı normalizasyon tekniğinin birlikte kullanılması ve üç farklı fonksiyon ile birleştirilmesi; çözüme ulaşmak için uzun işlemler yapılmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda fonksiyon ağırlıklarının karar verici tarafından belirlenmesi, olası yanlış ağırlıklandırmada işlemlerin tekrarına sebep olacağından bu durumlar yöntemin dezavantajı olarak gösterilebilir (Ecer, 2020).

Yöntem adımları aşağıdaki gibidir (Ecer, 2020; Liao, 2019)

1. Adım: Başlangıç Karar Matrisi

Eşitlik (6)'daki gibi başlangıç karar matrisi oluşturulur ve yöntemde kullanılacak kriter ağırlıkları belirlenir.

2. Adım: Normalizasyon Yapılması

Yöntemde iki normalizasyon kullanılmaktadır. Eşitlik (25) ile lineer normalizasyon, Eşitlik (26) ile vektör normalizasyonu elde edilir.

$$\tilde{X}_{ij}^{1N} = 1 - \frac{|x^{ij} - r_j|}{\max\{\max_i x^{ij}, r_j\} - \min\{\min_i x^{ij}, r_j\}} \quad (25)$$

$$\tilde{X}_{ij}^{2N} = 1 - \frac{|x^{ij} - r_j|}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x^{ij})^2 + (r_j)^2}} \quad (26)$$

x^{ij} , i. alternatifin j. kriter karşısında aldığı değeri gösterirken; r_j fayda yönlü kriterler için $\max_i x^{ij}$, maliyet yönlü kriterler için $\min_i x^{ij}$ değerini alır.

3. Adım: Kriter Ağırlıklarının Düzeltilmesi

Önceden belirlenen kriter ağırlıkları, kriterler arasında bir denge kurmak için ayarlanır düzeltilir. Bu düzenleme üç adımda gerçekleştirilir (Ecer, 2020):

(1) n , kriter sayısı; σ_j , ilgili kriterin standart sapması Eşitlik (27) ile hesaplanmaktadır.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x^{ij}}{\max_i x^{ij}} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x^{ij}}{\max_i x^{ij}} \right) \right)^2}{n}} \quad (27)$$

(2) Eşitlik (29) ile bulunan standart sapma değerleri Eşitlik (28) ile normalize edilir.

$$\omega_j^\sigma = \frac{\sigma_j}{\sum_{j=1}^n \sigma_j} \quad (28)$$

ω_j^σ , standart sapma ağırlığını gösterirken ω_j , kriter ağırlığını göstermektedir.

(3) Eşitlik (29) kullanılarak kriter ağırlıkları ayarlanır.

$$\tilde{\omega}_j = \frac{\sqrt{\omega_j^\sigma \cdot \omega_j}}{\sum_{j=1}^n \sqrt{\omega_j^\sigma \cdot \omega_j}} \quad (29)$$

4. Adım: Fayda Fonksiyonlarının Hesaplanması

İki farklı normalizasyon tekniği ile hesaplanan kriter ağırlıkları üç tür birleştirme tekniği ile hesaplanır. Ecer (2020), bu birleştirme tekniklerinin her birini fayda fonksiyonu olarak tanımlamıştır. Bu tekniklerden ilki The Complete Compensatory Model (CCM) – Tam Telafi Modeli olarak çevrilmiştir. Bir alternatifin bazı kriterler altında düşük performans sergilerken

diğer kriterler altında gösterdiği iyi performans değerleri ile telafi edilmesi amaçlanmıştır. Sıralama yapılırken aynı fayda değerlerine sahip alternatifler, ortalama değer ile sıralanır. (Özçil, 2020)

İkinci model olan The Un-Compensatory Model (UCM)- Tamamlanmamış Telafi Edici Model olarak çevrilmiştir. Bir alternatifin herhangi bir kritere göre çok kötü bir performans değeri almasının önüne geçmek için kullanılması amaçlanmıştır.

Son olarak The Incomplete Compensatory Model (ICM)-Eksik Telafi Edici Model olarak tanımlanmıştır. Bazı kriterler altında çok kötü performans sergilerken bazı kriterler altında çok iyi performans sergileyen alternatifler yerine ortalama performans sergileyen alternatiflerin tercih edilmesi amaçlanmıştır. Çarpımsal form olarak da bilinen ICM fonksiyonu karar verici tercihlerini diğer fonksiyonlara göre daha iyi yansıtabilir.

İyi bir performans değerine sahip alternatif bütün birleştirme fonksiyonlarında kötü performans sergileyemez (Özçil, 2020).

Bu değerler aşağıdaki Eşitlik(30)-(32) yardımıyla hesaplanmaktadır (Ecer, 2020).

$$\text{CCM}; u_1(a_i) = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{\omega}_j \cdot \tilde{x}_{ij}^{1N}}{\max_i \tilde{x}_{ij}^{1N}} \quad (30)$$

$$\text{UCM}; u_2(a_i) = \max_j \tilde{\omega}_j \left(\frac{1 - \tilde{x}_{ij}^{1N}}{\max_i \tilde{x}_{ij}^{1N}} \right) \quad (31)$$

$$\text{ICM}; u_3(a_i) = \prod_j \left(\frac{\tilde{x}_{ij}^{2N}}{\max_i \tilde{x}_{ij}^{2N}} \right)^{\omega_j} \quad (32)$$

5. Adım: Fayda Fonksiyonlarının Birleştirilmesi ve Sıralamanın Elde Edilmesi

Dördüncü adımda elde edilen fayda fonksiyonları Eşitlik (33) de belirtilen Öklid uzaklığı kullanılarak hesaplanır.

$$DN_i = w_1 \cdot \sqrt{\varphi \cdot \left(\frac{u_1(a_i)}{\max_i u_1(a_i)} \right)^2 + (1 - \varphi) \cdot \left(\frac{n - r_1(a_i) + 1}{n} \right)^2} - w_2 \cdot \sqrt{\varphi \cdot \left(\frac{u_2(a_i)}{\max_i u_2(a_i)} \right)^2 + (1 - \varphi) \cdot \left(\frac{r_2(a_i)}{n} \right)^2} + w_3 \cdot \sqrt{\varphi \cdot \left(\frac{u_3(a_i)}{\max_i u_3(a_i)} \right)^2 + (1 - \varphi) \cdot \left(\frac{n - r_3(a_i) + 1}{n} \right)^2} \quad (33)$$

w_1, w_2, w_3 değerleri sırasıyla CCM, UCM ve ICM fonksiyonlarının önem ağırlığıdır. Karar vericiler tarafından alternatiflerin performanslarına göre belirlenir. Ağırlık değerleri toplamı 1 değerine eşit olmalıdır ($w_1 + w_2 + w_3 = 1$).

$r_1(a_i)$ ve $r_3(a_i)$, CCM ve ICM fonksiyonlarının azalan şekilde sıralanması sonucunda i. alternatifin sıra numarasını belirtirken, $r_2(a_i)$, UCM fonksiyonunun artan şekilde sıralanması sonucunda i. alternatifin sıra numarasını belirtir.

φ , fayda değerlerinin göreceli önemini belirtmektedir, 0-1 aralığında değer alır (Ecer, 2020).

DN_i ise i . alternatifin sıralamada kullanılacak nihai değerini vermektedir.

Eşitlik (33)'te bulunan DN_i değerleri azalan düzeyde sıralanır. En büyük DN_i değerine sahip alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir.

MAIRCA Yöntemi

MAIRCA yöntemi temel olarak incelendiğinde teorik ve gerçek çözüm arasındaki farkın (boşluğun) belirlenmesine dayanmaktadır. İlgili alternatifin her bir kritere göre farkı hesaplanır, her bir alternatif için toplam fark belirlenir ve değerler küçükten büyüğe sıralanır. Aradaki toplam farkın en düşük olduğu alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir (Pamuçar vd. 2014).

Ecer (2020), MAIRCA yönteminde lineer normalizasyon kullanılması sebebiyle diğer yöntemlere göre daha tutarlı sonuçların elde edildiğini belirtmiştir. Yöntem adımlarında da bahsedileceği üzere, başlangıçta tüm alternatiflere tarafsız yaklaşarak eşit şans verilmesi yöntemi diğerlerinden ayıran bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir:

1. Adım: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

Başlangıç karar matrisi Eşitlik (6) daki gibi oluşturulur.

2. Adım: Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Belirlenmesi

m alternatif sayısını gösterirken, P_{Ai} i . alternatifin önceliğini göstermektedir. P_{Ai} Eşitlik (34) yardımıyla hesaplanır.

$$P_{Ai} = \frac{1}{m}; \sum_{i=1}^m P_{Ai} = 1 \quad i=1, 2, \dots, m \quad (34)$$

Karar vericinin alternatifin her birine eşit uzaklıkta olduğu düşünüldüğünde önceliklerin hepsi Eşitlik (35)'de görüldüğü gibi eşit olmalıdır.

$$P_{A1} = P_{A2} = \dots = P_{Am} \quad (35)$$

3. Adım: Teorik Değerlendirme Matrisinin Elde Edilmesi

Teorik değerlendirme matrisi T_p , ilgili alternatifin önceliği (P_{Ai}) ile kriter ağırlığının (w_j) çarpımı sonucunda Eşitlik (36)'da gösterildiği gibi elde edilir.

$$T_p = P_{Ai} [P_{Ai} \cdot w_1 \quad P_{Ai} \cdot w_2 \quad \dots \quad P_{Ai} \cdot w_n] \quad (36)$$

4. Adım: Gerçek Değerlendirme Matrisinin Elde Edilmesi

Gerçek değerlendirme matrisi T_r , teorik değerlendirme matrisi ile normalize edilmiş başlangıç karar matrisinin çarpımı ile elde edilir. Normalizasyon işlemi fayda ve maliyet temelli kriterler için ayrı ayrı yapılır. Fayda temelli kriterler için Eşitlik (7), maliyet temelli kriterler için Eşitlik (8) kullanılır. Gerçek değerlendirme matrisi ise Eşitlik (38) kullanılarak Eşitlik (37) de gösterildiği gibi oluşturulur.

$$T_r = \begin{bmatrix} A_1 [t_{r11} \ t_{r21} \dots t_{rm1}] \\ A_2 [t_{r12} \ t_{r22} \dots t_{rm2}] \\ \vdots \\ A_m [t_{r1n} \ t_{r2n} \dots t_{rmn}] \end{bmatrix} \quad (37)$$

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot r_{ij} \quad (38)$$

t_{rij} , gerçek değerlendirme; t_{pij} , teorik değerlendirme; r_{ij} , normalize edilmiş değer

5. Adım: Fark (Boşluk) Matrisinin Oluşturulması

Teorik değerlendirme matrisi (T_p) ile gerçek değerlendirme (T_r) matrisinin farkı ile G matrisi Eşitlik (39) oluşturulur.

$$G = T_p - T_r = [t_{pi1} - t_{ri1} \ t_{pi2} - t_{ri2} \ \dots \ t_{pin} - t_{rin}] \quad (39)$$

6. Adım: Alternatiflere İlişkin Kriter Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması ve Sıralama

Kriter fonksiyon değerleri, G matrisinde bulunan fark değerlerinin (g_{ij}) toplamı ile elde edilir.

Q_i değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandırılır. En küçük değer en iyi alternatifi belirtirken en büyük değer en kötü alternatifi belirtmektedir.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n g_{ij}, \ i=1, 2, \dots, m \quad (40)$$

TPOP Yöntemi

TPOP yönteminde, farklı alternatif sıralamalarını birleştirerek tek bir nihai sıralama elde etmek için aşağıdaki adımlar uygulanır:

1. Adım: Alternatif Sıralama Matrisinin Oluşturulması

i , alternatifleri ($i=1, 2, \dots, m$); b , ÇKKV yöntemlerini ($b=1, 2, \dots, v$); S_{ib} , i . alternatifi b . yöntemdeki sıralama ağırlığını göstermek üzere alternatif sıralama matrisi Eşitlik (41) de gösterildiği gibi oluşturulur.

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{21} & \cdots & S_{i1} \\ S_{12} & S_{22} & \cdots & S_{i2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{1v} & S_{iv} & \cdots & S_{iv} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{m1} & S_{m2} & \cdots & S_{mv} \end{bmatrix} \quad (41)$$

2. Adım: Alternatif Sıralama Matrisinin Normalize Edilmesi

J_{ib} , i . alternatife b . yöntemdeki sıralama ağırlığının normalize değerini verir. Eşitlik (42) yardımıyla hesaplanır. J_{ib} değeri 0 ile 1 değerleri arasında olmalıdır. ($0 \leq J_{ib} \leq 1$)

$$J_{ib} = \frac{|S_{ib}|}{\sum_{i=1}^m |S_{ib}|} \quad (42)$$

3. Adım: Alternatiflerin Sıralama Ağırlıklarına Ait Entropi Değerlerinin Hesaplanması

b . ÇKKV yöntemindeki sıralama ağırlıkları Eşitlik (43) de gösterildiği gibi elde edilir, e_b ile gösterilir.

$$e_b = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m J_{ib} \cdot \ln |J_{ib}| \quad (43)$$

4. Adım: Kullanılan Her Bir ÇKKV Yaklaşımı İçin Ağırlıkların Hesaplanması

g_b , b . ÇKKV yaklaşımındaki ağırlığı göstermektedir. Bu değer Eşitlik (44) ile elde edilir.

$$g_b = \frac{1-e_b}{\sum_{b=1}^v (1-e_b)}, \sum_{b=1}^v g_b = 1 \quad (44)$$

5. Adım: Her Bir ÇKKV Yaklaşımı için g'_b Değerlerinin Hesaplanması

g'_b , değerleri Eşitlik (45) yardımıyla hesaplanır. g'_b değeri, $1 \leq g'_b \leq 2$ eşitliği arasındadır.

$$g'_b = 1 + \sqrt{g_b}, (b=1,2,\dots,v) \quad (45)$$

6. Adım: G'_b Değerlerinin Hesaplanması

G'_b , değerleri Eşitlik (46) yardımıyla hesaplanır. G'_b değeri, $b \leq G'_b \leq 2b$ eşitliği arasındadır. $b \geq 2$ 'dir.

$$G'_b = \sum_{b=1}^v g'_b \quad (46)$$

7. Adım: Her Bir ÇKKV Yaklaşımı için Kesin Ağırlıkların Hesaplanması

g_b^* , b. yaklaşım için kesin ağırlık değerini gösterir. $\sum_{b=1}^v g_b^* = 1$ ' olmalıdır. Eşitlik (47) ile g_b^* değeri hesaplanır.

$$g_b^* = \frac{g_b'}{G_b'} \quad (47)$$

8. Adım: Her Bir ÇKKV Yaklaşımı için Alternatif Sıralama Ağırlıklarının Normalize Edilmesi

Eşitlik (48) kullanılarak alternatif sıralama ağırlıkları normalize edilir. Burada alternatif sıralamasında büyük değerden küçük değere veya küçük değerenden büyük değere doğru yapılmasına bağlı olarak normalize işlemi değişkenlik gösterir.

$$p_{ib} = \begin{cases} \frac{(S_b)_{maks} - S_{ib}}{(S_b)_{maks} - (S_b)_{min}}, S_{ib} \in \text{Yüksek Sıralama} \\ \frac{S_{ib} - (S_b)_{min}}{(S_b)_{maks} - (S_b)_{min}}, S_{ib} \in \text{Düşük Sıralama} \end{cases} \quad (48)$$

9. Adım: Alternatifler için Eksponansiyel Ağırlıklı Normalize Sıralama Değerlerinin Hesaplanması

Herbir alternatif için eksponansiyel ağırlıklı normalize sıralama değeri Eşitlik (49) ile hesaplanır.

$$u_{ib} = \exp (g_b^* + p_{ib}) \quad (49)$$

10. Adım: Alternatifler için Nihai Seçim İndeksinin Hesaplanması

FRW_i , her bir alternatif için ideal referans noktasından göreceli uzaklığı gösterir. Herbir alternatif için nihai seçim indeksi Eşitlik (50) kullanılarak belirlenir.

$$FRW_i = \sum_{b=1}^v u_{ib} \quad (50)$$

11. Adım: Alternatiflerin Sıralanması

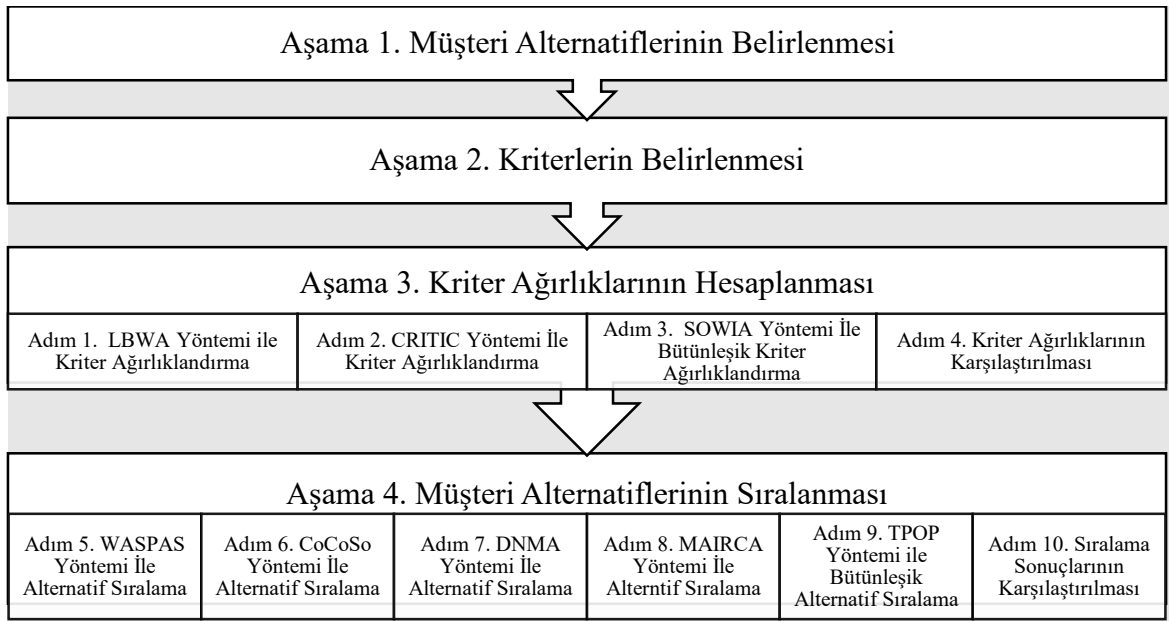
En düşük FRW_i değerine sahip olan alternatif en iyi alternatiftir. Bu doğrultuda nihai alternatif sıralaması gerçekleştirilir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada nicel ve nitel çeşitli ÇKKV yöntemlerinin seramik ihracatı yapan bir ihracat firmasında bütünleşik kullanımı; önerilen çözüm yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Uygulamada ele alınan işletmede taban ve duvar seramiği, sırlı porselen ve teknik granit ihracatı yapılmaktadır. Mevcut durumda yeni ve sezonluk müşteriler hariç yaklaşık 50 büyük müşteriye ihracat gerçekleştirmektedir. Firma ile iş birliği içerisinde olan ve sınırlı üretim kapasitesine sahip olan tedarikçi üretim fabrikaları ile gelişen ve büyüyen müşteri portföyü arasındaki bağlantı İhracat Planlama ve İzleme departmanı tarafından kurulmaktadır. İhracat Planlama ve İzleme departmanının, satış ekibinden gelen müşteri taleplerini ilgili fabrika ve tesislerde müşteri memnuniyeti ve işletme karlılığını artıracak şekilde, aynı zamanda fabrikaların teknik şartlarını göz önünde bulundurarak talep ve stok yönetimi yapması gerekmektedir. Fabrikalar tarafından hazırlanan üretim planı; işletmedeki teknik kısıtlamalar haricinde müşteri önceliği, ürün maliyeti, üretim kapasitesi gibi çeşitli parametreler göz önüne alınarak oluşturulmaktadır. Birden fazla kritere bağlı olan talep yönetimi için planlama aşamasında büyük önem taşıyan müşteri önceliğinin ve müşteri sıralamasının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında 2021 yılına ait satış verilerine göre en çok satış yapan 22 müşteri ele alınmış ve sıralama yapılmıştır. Müşteri gizliliği açısından müşteriler $M_1, M_2...M_{22}$ olarak gösterilmiştir. Ayrıca kriterler belirlenirken kullanılacak müşteri bazlı satış, stok, talep miktarı, satış fiyatı, müşterilerle anlaşılan termin süresi, ödeme performansı gibi verilere Canias ERP programından erişilecektir.

Önerilen çözüm yaklaşımı Şekil 4'te gösterildiği gibi 4 aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 4. Önerilen yaklaşımın akış diyagramı

Son olarak her bir kriter ağırlığı karşısında her bir alternatif sıralama yönteminden elde edilen sonuçlar tablo halinde özetlenecek ve uzmanlar tarafından analiz edilip yorumlanacaktır.

Aşama 1. Müşteri Alternatiflerinin Belirlenmesi

Daha önce de belirtildiği gibi firmanın aktif olarak satış yaptığı yaklaşık 50 müşterisi bulunmaktadır. Bu müşterilerden en çok satış yapılan ve üretim talebi geçilen 22 müşteri ele alınmıştır. Müşteri gizliliği açısından müşteri isimleri paylaşılmayıp, $M_1, M_2...M_{22}$ şeklinde isimlendirilmiştir.

Müşterilere yapılan geçmiş satış verilerine göre 2022 güncel talepleri ve 2021 yılına ait satış miktarları aşağıdaki tabloda belirtildiği gibidir:

Tablo 2. Alternatif Müşterilerin Talep ve Satış Miktarları

Müşteriler	2022 Toplam Öngörülen Talep	2021 Toplam Satış
M_1	664.054	660.000
M_2	628.535	600.000
M_3	576.900	580.000
M_4	524.282	510.000
M_5	612.964	459.000
M_6	448.452	400.000
M_7	344.228	390.000
M_8	660.284	350.000
M_9	344.377	350.000

Tablo 2. (devamı)

M_{10}	359.709	350.000
M_{11}	343.094	343.000
M_{12}	330.990	330.000
M_{13}	317.873	317.870
M_{14}	291.458	300.000
M_{15}	313.414	290.000
M_{16}	288.410	280.000
M_{17}	268.207	260.000
M_{18}	281.152	250.000
M_{19}	218.747	218.000
M_{20}	206.863	210.000
M_{21}	223.209	190.500
M_{22}	189.758	189.000
TOPLAM	8.436.960	7.827.370

Aşama 2. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriterler belirlenirken, 6 uzman görüşünden yararlanılmıştır. İşletme karlılığını etkileyecek ve müşteri sıralamasını belirlemede kullanılacak 7 temel kriter ($C_1, C_2, \dots, C_7$) her bir müşteri için aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- Ortalama satış fiyatı (C_1)
- Stok (C_2)
- Talep miktarı(C_3)
- Satış miktarı(C_4)
- Ödeme performansı(C_5)
- Cezai termin süresi(C_6)
- Stok dönüşüm oranı(C_7)

Ortalama satış fiyatı, ilgili müşteriye verilen satış fiyatını belirtmektedir. Stok, ilgili müşterini için üretilmiş fabrikada bekleyen stoğu belirtmektedir. Talep miktarı, müşterinin 2022 yılında satın alacağını belirttiği toplam talep miktarını belirtmektedir. Satış miktarı, ilgili müşteriye 2021 yılında yapılan toplam satış miktarını belirtmektedir. Ödeme performansı, ilgili müşterinin ürünü aldıktan sonra ödeme yapma performansını belirtmektedir. Cezai termin süresi, müşterinin belirlediği termin tarihinde ürünün temin edilmesi gerektiği süredir. Bu sürenin geçtiği her gün için işletmeye cezai yaptırım uygulanmaktadır. Tablo 3’de cezai termin süresi 600 olarak belirtilen müşterilerin cezai yaptırımını bulunmamakta olup Canias ERP

sistemine 1,5 yıla tekabül eden 600 gün olarak girilmiştir. Stok dönüşüm oranı ise müşterinin ürettiği ürünü satın alma süresine bağlı olarak değişmektedir. Ürünün kaç gün stokta bekletildiğini veren kriter olarak belirlenmiştir.

Müşteri önceliği değerlendirilirken; ortalama satış fiyatı, işletme karlılığını artırması ve maksimum satış fiyatına sahip müşterilerin öncelikli olması sebebi ile fayda yönlü kriter olarak alınmalıdır. Aynı şekilde talep miktarı, satış miktarı, ödeme performansı kriterleri de fayda yönlü kriterlerdir.

Stok, cezai termin süresi, stok dönüşüm oranı kriterleri ise maliyet yönlü olup bu değerlerin minimum olması müşteri önceliğini pozitif yönde etkileyecektir. Tüm kriterlerin müşteri bazlı verileri nicel olarak elde edilebilmektedir. Tablo 3’ de tüm alternatif ve kriterler nicel değerleri ile birlikte belirtilmiştir.

Tablo 3. Her Bir Kriter Karşılığında Müşterilerin Aldıkları Değerler

Müşteriler	KRİTERLER						
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
	Satış Fiyatı (\$)	Stok (m ²)	Talep Miktarı (m ²)	Satış Miktarı (m ²)	Ödeme Performansı (%)	Cezai Termin Süresi (Gün)	Stok Dönüşüm Oranı (%)
	mak	min	mak	mak	mak	min	min
M_1	9,16	30.000	664.054	660.000	88	600	43
M_2	11,00	25.000	628.535	600.000	85	60	30
M_3	10,00	3.334	576.900	580.000	95	600	18
M_4	12,00	15.614	524.282	510.000	65	600	35
M_5	9,00	10.000	612.964	459.000	70	600	50
M_6	12,48	15.000	448.452	400.000	55	600	45
M_7	12,00	2.000	344.228	390.000	90	600	15
M_8	8,58	35.000	660.284	350.000	65	600	60
M_9	9,86	1.500	344.377	350.000	86	60	45
M_{10}	7,37	18.375	359.709	350.000	95	600	25
M_{11}	7,88	3.000	343.094	343.000	90	60	15
M_{12}	8,50	10.080	330.990	330.000	98	60	10
M_{13}	12,30	5.000	317.873	317.870	96	120	10
M_{14}	12,00	28.500	291.458	300.000	98	60	20
M_{15}	5,43	25.000	313.414	290.000	98	600	35
M_{16}	6,90	16.765	288.410	280.000	75	60	35
M_{17}	8,24	503	268.207	260.000	85	60	30
M_{18}	11,00	10.000	281.152	250.000	85	60	20
M_{19}	8,80	5.899	218.747	218.000	95	60	15
M_{20}	12,00	2.500	206.863	210.000	70	600	20
M_{21}	12,22	12.474	223.209	190.500	78	100	50
M_{22}	7,65	14.417	189.758	189.000	85	100	25

Aşama 3. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Adım 1. LBWA Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma

Adım 1.1: Karar Vericiler Tarafından En Önemli Kriterin Belirlenmesi

Bu adımda karar kriterlerinin önem sırası belirlenir. Kriterler, 1-En yüksek 9-En düşük olacak şekilde puanlanır. Karar vericiler tarafından en önemli kriter, Satış Miktarı olarak belirlenmiştir. En az satış miktarı kadar önemli olan ikinci kriter Satış Fiyatı olarak belirlenmiştir. Bu kriterleri önem derecesine göre sırasıyla Stok, Cezai Termin Süresi, Ödeme Performansı, Talep Miktarı ve Stok Dönüşüm Oranı takip etmektedir. Puanlamalar uzmanlar tarafından Tablo 4’de gösterildiği gibi yapılmıştır.

Tablo 4. Kriterlerin Puanlanması

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
1	2	5	1	4	3	9

Adım 1.2: Kriterlerin Önem Derecelerine Göre Gruplandırılması

Öncelikle kriterler ikili olarak karşılaştırılır ve en önemliden önemsiz doğru sıralama yapılır. Karar vericiler tarafından yapılan bu sıralama Tablo 5’te gösterildiği gibidir.

Tablo 5. Kriterlerin Önem Derecesine Göre Sıralanması

C_1	C_4	C_2	C_6	C_5	C_3	C_7
1	1	2	3	4	5	9

Öncelikle en önemli kriter 1. Adımda C_4 olarak tespit edilmiştir.

Seviye1: C_1, C_4, C_5, C_6 (En önemli kriter olan C_4 , bu gruptaki kriterlerle eşit öneme sahiptir.) Eşitlik (1) de verildiği gibi gösterilirse; $S_1 = \{C_1, C_4, C_5, C_6\}$

Seviye 2: C_2, C_3, C_7 (En önemli kriter olan C_4 , bu gruptaki kriterlerin en az iki katı en fazla üç katı daha fazla öneme sahiptir.) Eşitlik (1) de verildiği gibi gösterilirse; $S_2 = \{C_2, C_3, C_7\}$

Adım 1.3: Kriterlere Değer Atanması

Kriterler birbirleri ile karşılaştırılarak kendi seviyesindeki önem derecesine göre tamsayı ataması yapılır. En önemli kriter olan C_4 ’e 0 değeri atanır. Diğer kriterlerin tamsayı değerleri de aşağıdaki gibidir. Tamsayı atamasından sonra maksimum atanan tamsayı değeri bulunur. Bu işlem için Eşitlik (2) den yararlanılır.

$$S_1 = \begin{pmatrix} C_1 & 3 \\ C_4 & 0 \\ C_5 & 1 \\ C_6 & 2 \end{pmatrix}, S_2 = \begin{pmatrix} C_2 & 1 \\ C_3 & 2 \\ C_7 & 3 \end{pmatrix}$$

$$r = \max\{|S_1|, |S_2|, \dots, |S_k|\} = \max\{4, 3\} = 4$$

Adım 1.4: Esneklik Katsayısının Belirlenmesi

Adım 3'te bulunan r değerine göre esneklik katsayısı $r_0 > r$ eşitliğinden, $r_0 > 4$ yani $r_0 = 5$ olarak belirlenir.

Adım 1.5: Kriterlerin Etki Fonksiyonunun Hesaplanması

Eşitlik (3) yardımıyla her seviye için etki fonksiyonları aşağıdaki gibi hesaplanmış ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

1. Seviye için etki fonksiyonları: $f(C_{1_1}), f(C_{1_4}), f(C_{1_5}), f(C_{1_6})$
2. Seviye için etki fonksiyonları: $f(C_{2_2}), f(C_{2_3}), f(C_{2_7})$

$$f(C_{1_5}) = \frac{5}{1 \cdot 5 + 1} = 0,833$$

Tablo 6. Etki fonksiyonlarının belirlenmesi

$f(C_{1_4})$	1,000
$f(C_{1_1})$	0,625
$f(C_{1_5})$	0,833
$f(C_{1_6})$	0,714
$f(C_{2_2})$	0,455
$f(C_{2_3})$	0,417
$f(C_{2_7})$	0,385

Adım 1.6: Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Eşitlik (4) ve Eşitlik (5) yardımıyla kriter ağırlıkları hesaplanır. İlk olarak en önemli kriterin ağırlığı belirlenir. Daha sonra diğer kriter ağırlıkları hesaplanır. En önemli kriter olarak belirlenen C_4 kriteri ve C_5 kriterleri için w_4 ve w_5 ağırlıkları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$w_4 = \frac{1}{1 + 0,625 + \dots + 0,385} = 0,226$$

$$w_5 = 0,833 \cdot 0,226 = 0,188$$

Tablo 7. LBWA Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
w_j	0,141	0,103	0,094	0,226	0,188	0,161	0,087
Sıra	4	5	6	1	2	3	7

Tablo 7’den de görüldüğü üzere LBWA yöntemine göre 0,226 ile en yüksek ağırlık puanına sahip olan Satış Miktarı kriteri en önemli kriter olarak belirlenirken onu 0,188 ağırlık puanı ile Ödeme Performansı, 0,161 ağırlık puanı ile Cezai Termin Süresi ve sırasıyla Satış Fiyatı, Stok, Talep Miktarı ve Stok Dönüşüm Oranı takip etmektedir. Uzmanlarla birlikte değerlendirildiğinde çıkan sıralamanın anlamlı olduğu belirtilmiştir. Düşük miktarda satış yapılan bir müşteri için diğer kriterlerin önemi de düşük olur şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca ödeme performansı düşük olan bir müşterinin işletmeye karı da düşük olacağından diğer kriterlere göre daha yüksek önem derecesine sahip olması uygun bulunmuştur. Satış miktarı ve ödeme performansı iyi olan müşterilerden cezai termin süresi düşük olan müşteriye işletmenin öncelik vermesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu kriterin 3. Sırada olması da uzmanlar tarafından onaylanmıştır. Uzmanlara göre kalan kriterler arasında işletme karını artıracak bir diğer önemli kriter satış fiyatıdır. Üretilmiş ve sevke hazır hale gelmiş ürün stoğu bulunmayan müşteri, talep miktarı fazla olup henüz sevke dönüştürülmeyen stoğu olan müşteriden daha değerlidir çünkü işletmeye stok maliyeti oluşturmamaktadır. Bu sebeple bu kriterin sıralaması da uygun görülmüştür. Talep miktarı ve stok dönüşüm oranı, önceki cümlede de belirtilen sebeple uzmanlar tarafından eşit derecede öneme sahip olarak yorumlanmıştır.

Adım 2. CRITIC Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma

Doğrudan veriler üzerinde işlem yapılarak sonuca ulaştıran CRITIC yöntemi ile yapılan hesaplama adımları aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

Adım 2.1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi Tablo 3’te gösterildiği gibidir.

Adım 2.2: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Lineer normalizasyon ile standartlaştırma işlemi Eşitlik (7) ve Eşitlik (8) kullanılarak oluşturulmuştur. Normalize karar matrisi Tablo 8’de gösterildiği gibidir. Örnek olarak r_{12} ve r_{15} hesaplaması aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$r_{12} = \frac{35.000 - 30.000}{35.000 - 503} = 0,145$$

$$r_{15} = \frac{88 - 55}{98 - 55} = 0,767$$

Tablo 8. Normalize Karar Matrisi

MÜŞTERİLER	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
	mak	min	mak	mak	mak	min	min
M_1	0,529	0,145	1,000	1,000	0,767	-	0,340
M_2	0,790	0,290	0,925	0,873	0,698	1,000	0,600
M_3	0,648	0,918	0,816	0,830	0,930	-	0,840
M_4	0,932	0,562	0,705	0,682	0,233	-	0,500
M_5	0,506	0,725	0,892	0,573	0,349	-	0,200
M_6	1,000	0,580	0,545	0,448	-	-	0,300
M_7	0,932	0,957	0,326	0,427	0,814	-	0,900
M_8	0,447	-	0,992	0,342	0,233	-	-
M_9	0,628	0,971	0,326	0,342	0,721	1,000	0,300
M_{10}	0,275	0,482	0,358	0,342	0,930	-	0,700
M_{11}	0,347	0,928	0,323	0,327	0,814	1,000	0,900
M_{12}	0,435	0,722	0,298	0,299	1,000	1,000	1,000
M_{13}	0,975	0,870	0,270	0,274	0,953	0,889	1,000
M_{14}	0,932	0,188	0,214	0,236	1,000	1,000	0,800
M_{15}	-	0,290	0,261	0,214	1,000	-	0,500
M_{16}	0,209	0,529	0,208	0,193	0,465	1,000	0,500
M_{17}	0,398	1,000	0,165	0,151	0,698	1,000	0,600
M_{18}	0,790	0,725	0,193	0,130	0,698	1,000	0,800
M_{19}	0,478	0,844	0,061	0,062	0,930	1,000	0,900
M_{20}	0,932	0,942	0,036	0,045	0,349	-	0,800
M_{21}	0,963	0,653	0,071	0,003	0,535	0,926	0,200
M_{22}	0,315	0,597	-	-	0,698	0,926	0,700

Adım 2.3: Standart Sapmanın Hesaplanması

Kriterlere ait standart sapma değerleri Eşitlik (9) ile hesaplanmış ve Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. CRITIC Yöntemi için Standart Sapma Değerleri

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
σ_j	0,295	0,297	0,328	0,282	0,290	0,499	0,288

Adım 2.4: Korelasyon Katsayısının Hesaplanması

Kriterlere ait korelasyon katsayıları Eşitlik (10) ile hesaplanmıştır. Korelasyon değerleri (P_{jk}) Tablo 10’da verilmiştir. Önem ağırlıklarını bulmak için kullanılacak $(1 - P_{jk})$ hesaplamaları ise Tablo 11’ de verilmiştir.

Tablo 10. CRITIC Yöntemi için Korelasyon Değerleri

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
C_1	1,000	0,178	0,045	0,131	-0,295	-0,041	0,073
C_2	0,178	1,000	-0,463	-0,282	0,122	0,224	0,471
C_3	0,045	-0,463	1,000	0,884	-0,296	-0,516	-0,469
C_4	0,131	-0,282	0,884	1,000	-0,065	-0,439	-0,185
C_5	-0,295	0,122	-0,296	-0,065	1,000	0,364	0,652
C_6	-0,041	0,224	-0,516	-0,439	0,364	1,000	0,325
C_7	0,073	0,471	-0,469	-0,185	0,652	0,325	1,000

Tablo 11. (1-Korelasyon Katsayısı) Değerleri

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
C_1	-	0,822	0,955	0,869	1,295	1,041	0,927
C_2	0,822	-	1,463	1,282	0,878	0,776	0,529
C_3	0,955	1,463	-	0,116	1,296	1,516	1,469
C_4	0,869	1,282	0,116	-	1,065	1,439	1,185
C_5	1,295	0,878	1,296	1,065	-	0,636	0,348
C_6	1,041	0,776	1,516	1,439	0,636	-	0,675
C_7	0,927	0,529	1,469	1,185	0,348	0,675	-
Toplam	5,908	5,749	6,814	5,956	5,518	6,083	5,132

Adım 2.5: Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Bulunması

Eşitlik (11) yardımıyla nihai önem ağırlıkları hesaplanır. Örnek olarak w_1 ağırlığı aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$w_1 = \frac{0,295 \cdot 5,908}{(0,295 \cdot 5,908 + 0,297 \cdot 5,749 + 0,328 \cdot 6,814 + 0,282 \cdot 5,956 + 0,290 \cdot 5,518 + 0,499 \cdot 6,083 + 0,288 \cdot 5,132)}$$

Tablo 12. CRITIC Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
w_j	0,129	0,127	0,166	0,125	0,119	0,225	0,110
Sıra	3	4	2	5	6	1	7

Objektif bir yöntem olarak kullanılan CRITIC yönteminden elde edilen sonuçlara göre önem ağırlığı en yüksek olan kriter Cezai Termin Süresi olarak belirlenmiştir. Bu durum uzmanlar tarafından Cezai termin süresi kısa olduğu halde önem verilmeyen müşterinin

işletmeye zararının olması, karı negatif yönde etkilemesi sebebiyle önemli olduğu şeklinde yorumlanmıştır. İkinci olarak önem ağırlığı en yüksek olan kriter Talep Miktarı olmuştur. Talep miktarını önem ağırlıklarına göre sırasıyla Satış Fiyatı, Stok, Satış Miktarı, Ödeme Performansı ve Stok Dönüşüm Oranı takip etmektedir. Uzman görüşlerinin ağırlıklı olduğu LBWA yöntemi ile CRITIC yöntemi ile yapılan önem ağırlıklarının birbirinden farklı olduğu gözlenmektedir. Yorumların dikkate alınmadığı CRITIC yöntemine göre satış miktarının önem sırası 5 iken LBWA yöntemine göre 1. sıradadır. Yöntem sıralamalarındaki bu farklılığın önüne geçmek amacıyla çalışmaya objektif ve sübjektif kriter ağırlıkları SOWIA yöntemi ile birleştirilerek tek bir ağırlık elde edilmiştir.

Adım 3. SOWIA Yöntemi ile Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma

Müşteri önceliğini değerlendirmek için 7 farklı kriter başlığı altında analiz ve karşılaştırma yapılmıştır. Kriter ağırlıkları objektif ve sübjektif olmak üzere iki farklı yöntem ile bulunmuştur. Bu sayede iki yöntemden elde edilen sonuçların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi düşünülmüştür. İki yöntemin yanı sıra bir de bütünleşik tek bir sonuç elde etmek adına SOWIA yöntemi ile hesaplama yapılmıştır. Bu yöntem ile yapılan hesaplama adımları aşağıdaki gibi uygulanmıştır.

Adım 1 ve Adım 2’de belirtilen karar matrisinin oluşturulması ve normalize edilmesi önceki bölümlerde elde edilmiştir. Adım 3’te belirtilen Objektif yöntem ile elde edilmiş kriter ağırlığı (O_j) CRITIC, Sübjektif yöntem ile elde edilmiş kriter ağırlığı (S_j) ise LBWA olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda iki ağırlık yönteminin kombinasyonu (W_j^{int}) Eşitlik (13) yardımıyla elde edilmiştir.

Burada objektif karar ağırlığı olarak belirtilen α değeri, farklı α değerleri karşısında kriterlerin birbiriyle karşılaştırılması sonucunda elde edilmiştir. α değerlerinin karşılaştırılması Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. En Uygun α Değerinin Belirlenmesi

α	0,2	0,4	0,6	0,8
Ağırlık	W_{SOWIA}	W_{SOWIA}	W_{SOWIA}	W_{SOWIA}
C_1	0,139	0,136	0,134	0,132
C_2	0,107	0,112	0,117	0,122
C_3	0,101	0,123	0,137	0,152
C_4	0,206	0,185	0,165	0,145
C_5	0,181	0,160	0,146	0,132
C_6	0,174	0,187	0,200	0,212
C_7	0,091	0,096	0,101	0,105

Örneğin ağırlık sıralamaları incelendiğinde çoğunlukla 1. kriter cezai termin süresi, 2. kriter satış miktarı çıkmıştır. Satış miktarı aynı olan kriterler karşılaştırıldığında öncelik ödeme performansı iyi olan müşteriye verilmelidir. Bu durumda $\alpha = 0,2$ ve $\alpha = 0,8$ değerlendirme dışı kalmıştır. Daha sonra ödeme performansı iyi olan iki müşteri karşılaştırıldığında öncelik satış fiyatı yüksek olan müşteriye verilmelidir. Böylelikle $\alpha = 0,4$ değeri karar vericilere göre bu problem için en uygun α değeri olarak belirlenmiştir. Örnek olarak W_1^{int} ağırlığı aşağıdaki gibi hesaplanırken, SOWIA yöntemi ile elde edilen nihai kriter ağırlıkları Tablo 14’de verilmiştir.

$$W_1^{int} = 0,4 \cdot 0,129 + (1 - 0,6) \cdot 0,141 = 0,136$$

Tablo 14. SOWIA Yöntemi ile Hesaplanan Kriter Ağırlıkları ve Sıralaması

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
W_j^{int}	0,136	0,112	0,123	0,185	0,160	0,187	0,096
Sıra	4	6	5	2	3	1	7

SOWIA yöntemine göre önem ağırlığı en yüksek olan kriter Cezai Termin Süresi C_6 kriteri iken en düşük ağırlığa sahip kriter ise Stok Dönüşüm Oranı C_7 olmuştur.

Adım 4. Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması

LBWA, CRITIC ve SOWIA yöntemleri ile elde edilen sıralamalar Tablo 15’te özetlendiği gibidir. Yapılan hesaplamalara göre uzman görüşlerinin etkili olmadığı tamamen objektif yöntem olan CRITIC yöntemine göre en önemli kriter Cezai Termin Süresi olarak belirlenirken, uzman görüşleri doğrultusunda sübjektif karar alınarak hesaplama yapılan LBWA yöntemine göre ise en önemli kriter Satış Miktarı olarak belirlenmiştir. Sübjektif ve objektif yöntemlerin bütünleştirilip tek bir sonuç elde edilmesiyle oluşturulan SOWIA yöntemine göre ise en iyi kriter CRITIC yönteminde olduğu gibi Cezai Termin Süresi olarak belirlenmiştir. Her ne kadar SOWIA yönteminin LBWA yöntemiyle daha benzer sonuçlar verdiği gözlemlense de CRITIC yöntemi ile elde edilen önem ağırlıklarının birbirine çok yakın sonuçlar verdiği gözden kaçırılmamalıdır. Uzmanlar tarafından SOWIA yöntemi ile elde edilen önem ağırlıklarının daha gerçekçi sonuçlar vereceği belirtilmiştir. Cezai termin süresi olan müşterinin sipariş miktarı yüksek de olsa düşük de olsa belirtilen termin süresi içinde ürün teslim edilmezse işletmeye cezai yaptırım olacaktır. Satış miktarı yüksek olan müşteri ödeme performansı ve satış fiyatı da iyi olduğu sürece işletme karlılığını artıracaktır. Yukarıdaki diğer kriterler sağlandıktan sonra talep miktarı yüksek olan müşteriye ve sırasıyla stok miktarı az stok dönüşüm oranı yüksek olan müşteriye öncelik verilmelidir.

Tablo 15. Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması

Kriterler	W_{CRITIC}	W_{LBWA}	W_{SOWIA}	CRITIC	LBWA	SOWIA
C_1	0,129	0,141	0,136	3	4	4
C_2	0,127	0,103	0,112	4	5	6
C_3	0,166	0,094	0,123	2	6	5
C_4	0,125	0,226	0,185	5	1	2
C_5	0,119	0,188	0,160	6	2	3
C_6	0,225	0,161	0,187	1	3	1
C_7	0,110	0,087	0,096	7	7	7

Aşama 4. Müşteri Alternatiflerinin Sıralanması

Tablo 3’de her bir alternatifin kriterlere göre aldığı değerleri bulunmaktadır. Bu değerler doğrultusunda uygulamada WASPAS, CoCoSo, DNMA, MAIRCA ve TPOP yöntemleri ile müşteri sıralamaları yapılmıştır.

Adım 5. WASPAS Yöntemi ile Alternatif Sıralama**Adım 5.1: Başlangıç Karar Matrisi Oluşturulması**

Başlangıç karar matrisi olarak Tablo 3’ten yararlanılmıştır.

Adım 5.2: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Lineer normalizasyon ile standartlaştırma işlemi Eşitlik (14) ve Eşitlik (15) kullanılarak oluşturulmuştur. Normalize karar matrisi Tablo 16’da gösterildiği gibidir. Örnek olarak $\bar{x}_{12}$ ve $\bar{x}_{15}$ hesaplaması aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\bar{x}_{12} = \frac{503}{30.000} = 0,017, \quad \bar{x}_{15} = \frac{88}{98} = 0,898$$

Tablo 16. WASPAS Yöntemi için Oluşturulan Normalize Karar Matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,734	0,017	1,000	1,000	0,898	0,100	0,233
M_2	0,882	0,020	0,947	0,909	0,867	1,000	0,333
M_3	0,801	0,151	0,869	0,879	0,969	0,100	0,556
M_4	0,962	0,032	0,790	0,773	0,663	0,100	0,286
M_5	0,721	0,050	0,923	0,695	0,714	0,100	0,200
M_6	1,000	0,034	0,675	0,606	0,561	0,100	0,222
M_7	0,962	0,252	0,518	0,591	0,918	0,100	0,667
M_8	0,688	0,014	0,994	0,530	0,663	0,100	0,167
M_9	0,790	0,335	0,519	0,530	0,878	1,000	0,222

Tablo 16. (devamı)

M_{10}	0,591	0,027	0,542	0,530	0,969	0,100	0,400
M_{11}	0,631	0,168	0,517	0,520	0,918	1,000	0,667
M_{12}	0,681	0,050	0,498	0,500	1,000	1,000	1,000
M_{13}	0,986	0,101	0,479	0,482	0,980	0,500	1,000
M_{14}	0,962	0,018	0,439	0,455	1,000	1,000	0,500
M_{15}	0,435	0,020	0,472	0,439	1,000	0,100	0,286
M_{16}	0,553	0,030	0,434	0,424	0,765	1,000	0,286
M_{17}	0,660	1,000	0,404	0,394	0,867	1,000	0,333
M_{18}	0,882	0,050	0,423	0,379	0,867	1,000	0,500
M_{19}	0,705	0,085	0,329	0,330	0,969	1,000	0,667
M_{20}	0,962	0,201	0,312	0,318	0,714	0,100	0,500
M_{21}	0,979	0,040	0,336	0,289	0,796	0,600	0,200
M_{22}	0,613	0,035	0,286	0,286	0,867	0,600	0,400

Adım 5.3: WSM Yöntemi İle Performans değerinin Hesaplanması

Eşitlik (16) ile hesaplanan WSM değerleri ($Q_i^{(1)}$) Tablo 17’ de gösterilmiştir. Hesaplamada 3 farklı kriter ağırlığı da kullanılarak 3 ayrı sıralama elde edilecektir. Örnek olarak $Q_1^{(1)}$ değeri her kriter ağırlığı kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

LBWA Kriter ağırlığı kullanıldığında:

$$Q_1^{(1)} = 0,734 \cdot 0,141 + 0,017 \cdot 0,103 + 1 \cdot 0,094 + 1 \cdot 0,226 + 0,898 \cdot 0,188 + 0,1 \cdot 0,161 + 0,233 \cdot 0,087 = 0,631$$

CRITIC Kriter ağırlığı kullanıldığında:

$$Q_1^{(1)} = 0,734 \cdot 0,129 + 0,017 \cdot 0,127 + 1 \cdot 0,166 + 1 \cdot 0,125 + 0,898 \cdot 0,119 + 0,1 \cdot 0,225 + 0,233 \cdot 0,110 = 0,542$$

SOWIA Kriter ağırlığı kullanıldığında:

$$Q_1^{(1)} = 0,734 \cdot 0,136 + 0,017 \cdot 0,112 + 1 \cdot 0,123 + 1 \cdot 0,185 + 0,898 \cdot 0,160 + 0,1 \cdot 0,187 + 0,233 \cdot 0,096 = 0,595$$

Adım 5.4: WPM Yöntemi ile Performans Değeri Hesaplanması

Eşitlik (17) ile hesaplanan WPM değerleri ($Q_i^{(2)}$) Tablo 17’ de gösterilmiştir. Hesaplamada 3 farklı kriter ağırlığı da kullanılarak 3 ayrı sıralama elde edilecektir. Örnek olarak $Q_1^{(2)}$ değeri LBWA kriter ağırlığı kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

LBWA Kriter ağırlığı kullanıldığında:

$$Q_1^{(2)} = 0,734^{0,141} \cdot 0,017^{0,103} \cdot 1^{0,094} \cdot 1^{0,226} \cdot 0,898^{0,188} \cdot 0,1^{0,161} \cdot 0,233^{0,087} = 0,375$$

Adım 5.5: Alternatiflerin Nihai Performans Değeri Hesaplanması

Eşitlik (18) kullanılarak nihai performans değerleri elde edilir. Örnek olarak Q_1 değeri LBWA kriter ağırlığı kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Burada α değeri karar vericiler tarafından 0,5 olarak belirlenmiştir. Nihai performans değerleri Tablo 17’de verilmiştir. Veriler azalan düzeyde sıralandırılır. En yüksek değeri alan müşteri, performansı en iyi olan müşteri olarak belirlenir.

$$Q_1 = 0,5 \cdot 0,631 + (1 - 0,5) \cdot 0,375 = 0,503$$

Tablo 17. WASPAS Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması

	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	LBWA	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	CRITIC	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	SOWIA
M_1	0,631	0,375	0,503	12	0,542	0,287	0,414	13	0,595	0,337	0,466	13
M_2	0,774	0,567	0,671	1	0,751	0,512	0,632	2	0,765	0,544	0,655	1
M_3	0,656	0,499	0,577	7	0,575	0,409	0,492	10	0,623	0,460	0,542	10
M_4	0,554	0,369	0,461	14	0,488	0,296	0,392	16	0,527	0,338	0,433	14
M_5	0,519	0,362	0,440	15	0,469	0,297	0,383	17	0,499	0,334	0,416	16
M_6	0,486	0,330	0,408	19	0,435	0,270	0,352	19	0,465	0,304	0,385	18
M_7	0,591	0,472	0,531	11	0,520	0,395	0,458	12	0,562	0,440	0,501	11
M_8	0,467	0,290	0,379	21	0,441	0,239	0,340	21	0,457	0,269	0,363	21
M_9	0,660	0,603	0,632	4	0,650	0,584	0,617	4	0,656	0,595	0,626	4
M_{10}	0,490	0,332	0,411	18	0,417	0,265	0,341	20	0,461	0,304	0,382	20
M_{11}	0,664	0,601	0,633	3	0,661	0,588	0,624	3	0,663	0,596	0,629	3
M_{12}	0,697	0,558	0,628	5	0,693	0,532	0,612	5	0,696	0,547	0,621	5
M_{13}	0,655	0,556	0,605	6	0,618	0,514	0,566	6	0,640	0,539	0,589	6
M_{14}	0,674	0,479	0,577	8	0,655	0,437	0,546	9	0,666	0,462	0,564	7
M_{15}	0,436	0,285	0,361	22	0,364	0,226	0,295	22	0,407	0,260	0,334	22
M_{16}	0,548	0,417	0,482	13	0,548	0,392	0,470	11	0,548	0,407	0,477	12
M_{17}	0,676	0,621	0,649	2	0,693	0,633	0,663	1	0,683	0,626	0,654	2
M_{18}	0,623	0,491	0,557	9	0,621	0,472	0,546	8	0,622	0,483	0,553	9
M_{19}	0,615	0,498	0,557	10	0,611	0,483	0,547	7	0,614	0,492	0,553	8
M_{20}	0,452	0,356	0,404	20	0,403	0,308	0,355	18	0,432	0,336	0,384	19
M_{21}	0,503	0,375	0,439	16	0,475	0,345	0,410	14	0,492	0,363	0,427	15
M_{22}	0,476	0,367	0,422	17	0,449	0,338	0,393	15	0,465	0,355	0,410	17

Tablo 17’de verilen sıralama sonuçlarına göre ilk 6 müşterinin, her bir kriter ağırlığı yöntemi karşısında benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Her üç yöntemde de önem verilmesi

gereken, üretimde önceliği olan ilk 5 müşteri $M_2, M_{17}, M_{11}, M_9, M_{12}$ olmuştur. Azalan düzeyde son 5 müşteri de her üç yöntemde benzer müşterileri göstermektedir; $M_6, M_{20}, M_{10}, M_8, M_{15}$.

Adım 6. CoCoSo Yöntemi ile Alternatif Sıralama

Adım 6.1: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

Başlangıç karar matrisi olarak Tablo 3'den yararlanılır.

Adım 6.2: Normalizasyon Matrisinin Oluşturulması

Fayda temelli kriterler Eşitlik(7), maliyet temelli kriterler Eşitlik (8) kullanılarak normalize edilir. Benzer normalizasyon işlemi CRITIC yönteminde de yapılmıştır. Tablo 8'de elde edilen normalize karar matrisi burada da geçerlidir.

Adım 6.3: S_i ve P_i Değerlerinin Hesaplanması

Eşitlik (19) ve Eşitlik (20) yardımıyla S_i ve P_i değerleri elde edilir. WASPAS yönteminde olduğu gibi bu yöntemde de her 3 kriter ağırlığına göre 3 farklı sıralama elde edilecektir. Örnek olarak, LBWA yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına göre S_1 ve P_1 değerlerinin hesaplanması aşağıdaki gibi gösterilirken tüm değerler Tablo 18'de belirtilmiştir. CRITIC yöntemi ile elde edilen veriler Tablo 19, SOWIA yöntemi ile elde edilen veriler ise Tablo 20'de gösterilmiştir.

$$S_1 = 0,141 \cdot 0,529 + 0,103 \cdot 0,145 + 0,094 \cdot 1 + 0,226 \cdot 1 + 0,188 \cdot 0,767 + 0,161 \cdot 0 + 0,087 \cdot 0,34 = 0,583$$

$$P_1 = 0,529^{0,141} + 0,145^{0,103} + 1^{0,094} + 1^{0,226} + 0,767^{0,188} + 0^{0,161} + 0,34^{0,087} = 5,596$$

Adım 6.4: Alternatiflerin Performans Ağırlıklarının Hesaplanması

Eşitlik (21), Eşitlik (22) ve Eşitlik (23) yardımıyla üç farklı değerlendirme stratejisi ile alternatiflerin göreceli performansı hesaplanır. Üçüncü stratejide kullanılacak λ değeri karar vericiler tarafından 0,5 olarak belirlenmiştir. Örnek olarak M_1 'e ait değerler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler de Tablo 18, Tablo 19 ve Tablo 20'de gösterilmiştir.

$$k_{1a} = \frac{5,596 + 0,583}{0,583 + 5,596 + \dots + 0,447 + 4,689} = 0,0451$$

$$k_{1b} = \frac{0,583}{0,277} + \frac{5,596}{3,437} = 3,731$$

$$k_{1c} = \frac{0,5 \cdot 0,583 + (1 - 0,5) \cdot 5,596}{0,5 \cdot 0,77 + (1 - 0,5) \cdot 6,701} = 0,827$$

Adım 6.5: Alternatiflerin Sıralanması

Eşitlik (24) ile nihai sıralama değerleri hesaplanır. Değerler azalan düzeyde sıralanır. En büyük değer alan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir. Örnek olarak M_1 için sıralama değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_1 = (0,0451 \cdot 3,731 \cdot 0,827)^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(0,0451 + 3,731 + 0,827) = 2,053$$

Tablo 18 de LBWA ağırlıklandırma yönteminden elde edilen ağırlıklar kullanılarak CoCoSo yöntemi ile belirlenen müşteri sıralamaları gösterilmektedir.

Tablo 18. CoCoSo Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması (LBWA)

MÜŞTERİLER	S_i	P_i	k_{ia}	k_{ib}	k_{ic}	k_i	Sıralama
M_1	0,583	5,596	0,0451	3,731	0,827	2,053	12
M_2	0,770	6,701	0,0545	4,726	1,000	2,563	1
M_3	0,698	5,843	0,0477	4,217	0,875	2,274	7
M_4	0,497	5,519	0,0439	3,397	0,805	1,908	15
M_5	0,442	5,437	0,0429	3,176	0,787	1,810	16
M_6	0,379	4,625	0,0365	2,713	0,670	1,544	20
M_7	0,588	5,663	0,0456	3,768	0,837	2,074	11
M_8	0,277	3,437	0,0271	2,000	0,497	1,141	22
M_9	0,619	6,459	0,0516	4,112	0,947	2,289	6
M_{10}	0,435	5,410	0,0426	3,143	0,782	1,794	17
M_{11}	0,641	6,483	0,0519	4,198	0,953	2,327	4
M_{12}	0,668	6,510	0,0523	4,301	0,961	2,371	3
M_{13}	0,724	6,585	0,0533	4,525	0,978	2,470	2
M_{14}	0,643	6,400	0,0513	4,181	0,943	2,312	5
M_{15}	0,334	4,410	0,0346	2,488	0,635	1,432	21
M_{16}	0,439	6,098	0,0477	3,358	0,875	1,946	13
M_{17}	0,553	6,266	0,0497	3,817	0,913	2,151	10
M_{18}	0,595	6,337	0,0505	3,990	0,928	2,228	8
M_{19}	0,588	6,163	0,0492	3,914	0,904	2,181	9
M_{20}	0,377	5,012	0,0393	2,817	0,721	1,623	19
M_{21}	0,478	5,750	0,0454	3,395	0,834	1,929	14
M_{22}	0,447	4,689	0,0374	2,976	0,687	1,659	18

Tablo 19’da CRITIC ağırlıklandırma yönteminden elde edilen ağırlıklar kullanılarak CoCoSo yöntemi ile belirlenen müşteri sıralamaları gösterilmektedir.

Tablo 19. CoCoSo Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması (CRITIC)

MÜŞTERİLER	S_i	P_i	k_{ia}	k_{ib}	k_{ic}	k_i	Sıralama
M_1	0,506	5,561	0,0440	3,343	0,812	1,892	14
M_2	0,775	6,699	0,0541	4,619	1,000	2,521	1
M_3	0,641	5,851	0,0470	3,908	0,869	2,151	10
M_4	0,476	5,586	0,0439	3,244	0,811	1,854	15
M_5	0,440	5,511	0,0431	3,095	0,796	1,785	16
M_6	0,382	4,619	0,0362	2,641	0,669	1,515	20
M_7	0,544	5,679	0,0451	3,513	0,833	1,973	12
M_8	0,293	3,616	0,0283	2,044	0,523	1,177	22
M_9	0,645	6,481	0,0516	4,093	0,953	2,286	5
M_{10}	0,386	5,429	0,0421	2,879	0,778	1,688	17
M_{11}	0,677	6,526	0,0522	4,223	0,964	2,343	4
M_{12}	0,688	6,536	0,0523	4,264	0,967	2,361	3
M_{13}	0,738	6,603	0,0532	4,461	0,982	2,447	2
M_{14}	0,641	6,386	0,0509	4,054	0,940	2,261	6
M_{15}	0,280	4,407	0,0340	2,219	0,627	1,322	21
M_{16}	0,488	6,164	0,0482	3,446	0,890	1,990	11
M_{17}	0,598	6,323	0,0501	3,884	0,926	2,185	9
M_{18}	0,638	6,400	0,0510	4,047	0,942	2,259	7
M_{19}	0,621	6,203	0,0494	3,932	0,913	2,193	8
M_{20}	0,381	5,097	0,0397	2,768	0,733	1,612	19
M_{21}	0,513	5,825	0,0459	3,443	0,848	1,958	13
M_{22}	0,484	4,700	0,0376	3,029	0,694	1,682	18

Tablo 20 de SOWIA ağırlıklandırma yönteminden elde edilen ağırlıklar kullanılarak CoCoSo yöntemi ile belirlenen müşteri sıralamaları gösterilmektedir.

Tablo 20. CoCoSo Yöntemi ile Müşterilerin Sıralandırılması (SOWIA)

MÜŞTERİLER	S_i	P_i	k_{ia}	k_{ib}	k_{ic}	k_i	Sıralama
M_1	0,552	5,582	0,0446	3,540	0,821	1,975	12
M_2	0,772	6,700	0,0544	4,634	1,000	2,528	1
M_3	0,675	5,846	0,0475	4,050	0,873	2,208	8
M_4	0,488	5,544	0,0439	3,304	0,807	1,874	15
M_5	0,441	5,465	0,0430	3,116	0,791	1,790	16
M_6	0,380	4,621	0,0364	2,660	0,669	1,523	20
M_7	0,571	5,668	0,0454	3,629	0,835	2,019	11
M_8	0,283	3,506	0,0276	2,000	0,507	1,148	22

Tablo 20. (devamı)

M_9	0,629	6,466	0,0516	4,064	0,950	2,273	6
M_{10}	0,415	5,416	0,0424	3,010	0,780	1,741	17
M_{11}	0,656	6,498	0,0521	4,166	0,957	2,317	4
M_{12}	0,676	6,518	0,0523	4,243	0,963	2,351	3
M_{13}	0,729	6,590	0,0533	4,453	0,979	2,443	2
M_{14}	0,642	6,391	0,0512	4,089	0,941	2,276	5
M_{15}	0,313	4,405	0,0343	2,359	0,631	1,380	21
M_{16}	0,459	6,121	0,0479	3,364	0,881	1,952	13
M_{17}	0,571	6,284	0,0499	3,807	0,917	2,150	10
M_{18}	0,612	6,357	0,0507	3,973	0,933	2,225	7
M_{19}	0,601	6,170	0,0493	3,881	0,906	2,169	9
M_{20}	0,378	5,034	0,0394	2,770	0,724	1,607	19
M_{21}	0,492	5,762	0,0455	3,379	0,837	1,925	14
M_{22}	0,462	4,694	0,0375	2,969	0,690	1,657	18

Yukarıdaki tablolarda verilen sıralama sonuçlarına göre ilk 6 müşterinin, her bir kriter ağırlığı yöntemi karşısında benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Her üç yöntemde de önem verilmesi gereken, üretimde önceliği olan ilk 5 müşteri $M_2, M_{13}, M_{12}, M_{11}, M_{14}$ olmuştur. Azalan düzeyde son 5 müşteri de her üç yöntemde benzer müşterileri vermektedir; $M_{22}, M_{20}, M_6, M_{15}, M_8$.

Adım 7. DNMA Yöntemi ile Alternatif Sıralama

Adım 7.1: Başlangıç Karar Matrisi

Başlangıç karar matrisi olarak Tablo 3'den yararlanılır.

Adım 7.2: Normalizasyon Yapılması

Bu yöntemde Lineer ve Vektörel olmak üzere iki farklı normalizasyon tekniği kullanılmıştır. Tablo 3'de verilen karar matrisi Lineer normalizasyon ile standartlaştırılmış, Eşitlik (7) ve Eşitlik (8) kullanılarak oluşturulan normalize karar matrisi Tablo 8'de gösterilmiştir.

Vektörel normalizasyon matrisi ise Eşitlik (26) yardımıyla elde edilir. Örnek olarak $\tilde{X}_{11}^{2N}$ hesaplaması aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\tilde{X}_{11}^{2N} = 1 - \frac{|9,16 - 12,48|}{\sqrt{(9,16^2 + 11^2 + \dots + 7,65^2) + 12,48^2}} = 0,931$$

Tablo 21 Vektörel normalizasyon matrisini vermektedir.

Tablo 21. DNMA için Vektörel Normalizasyon

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,931	0,620	1,000	1,000	0,976	0,718	0,786
M_2	0,969	0,685	0,983	0,968	0,968	1,000	0,870
M_3	0,949	0,964	0,957	0,958	0,993	0,718	0,948
M_4	0,990	0,805	0,932	0,921	0,919	0,718	0,838
M_5	0,928	0,878	0,975	0,894	0,932	0,718	0,740
M_6	1,000	0,813	0,895	0,863	0,895	0,718	0,773
M_7	0,990	0,981	0,844	0,858	0,980	0,718	0,968
M_8	0,919	0,556	0,998	0,836	0,919	0,718	0,675
M_9	0,946	0,987	0,844	0,836	0,971	1,000	0,773
M_{10}	0,894	0,770	0,851	0,836	0,993	0,718	0,903
M_{11}	0,905	0,968	0,843	0,833	0,980	1,000	0,968
M_{12}	0,918	0,877	0,837	0,826	1,000	1,000	1,000
M_{13}	0,996	0,942	0,831	0,819	0,995	0,969	1,000
M_{14}	0,990	0,640	0,818	0,810	1,000	1,000	0,935
M_{15}	0,854	0,685	0,829	0,805	1,000	0,718	0,838
M_{16}	0,885	0,791	0,816	0,799	0,944	1,000	0,838
M_{17}	0,912	1,000	0,807	0,789	0,968	1,000	0,870
M_{18}	0,969	0,878	0,813	0,784	0,968	1,000	0,935
M_{19}	0,924	0,931	0,782	0,767	0,993	1,000	0,968
M_{20}	0,990	0,974	0,777	0,763	0,932	0,718	0,935
M_{21}	0,995	0,846	0,785	0,752	0,951	0,979	0,740
M_{22}	0,900	0,821	0,768	0,751	0,968	0,979	0,903

Adım 7.3: Kriter Ağırlıklarının Düzeltilmesi

Önceden belirlenen kriter ağırlıklarının düzeltilmesi üç adımda gerçekleştirilir. Sırasıyla Eşitlik (27), Eşitlik (28) ve Eşitlik (29) uygulanır. Örnek olarak LBWA kriter ağırlığına göre $\tilde{\omega}_1$ değerinin hesaplanması aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\sigma_1 = 2,98$$

$$\omega_1^{\sigma} = \frac{2,98}{2,98 + 1,52 + \dots + 1,92} = 0,185$$

$$\tilde{\omega}_1 = \frac{\sqrt{0,185 \cdot 0,141}}{\sqrt{0,185 \cdot 0,141} + \sqrt{0,094 \cdot 0,103} + \dots + \sqrt{0,119 \cdot 0,087}} = 0,164$$

LBWA, CRITIC ve SOWIA yöntemlerine göre belirlenen kriter ağırlıklarının düzenlenmiş halleri ait düzenlenmiş kriter ağırlıkları Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22. DNMA Yönteminde LBWA, CRITIC ve SOWIA Kriter Ağırlıklarının Düzenlenmesi

		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
LBWA	σ_i	2,980	1,518	2,231	2,077	3,262	2,122	1,919
	ω_i^σ	0,185	0,094	0,138	0,129	0,202	0,132	0,119
	$\tilde{\omega}_i$	0,164	0,100	0,116	0,173	0,198	0,148	0,103
CRITIC	σ_i	2,980	1,518	2,231	2,077	3,262	2,122	1,919
	ω_i^σ	0,185	0,094	0,138	0,129	0,202	0,132	0,119
	$\tilde{\omega}_i$	0,157	0,111	0,154	0,128	0,157	0,174	0,116
SOWIA	σ_i	2,980	1,518	2,231	2,077	3,262	2,122	1,919
	ω_i^σ	0,185	0,094	0,138	0,129	0,202	0,132	0,119
	$\tilde{\omega}_i$	0,161	0,104	0,132	0,157	0,182	0,159	0,108

Adım 7.4: Fayda Fonksiyonlarının Hesaplanması

Üç tür birleştirme tekniği DNMA yönteminin bu adımında ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Örnek olarak LBWA kriter ağırlığı kullanılarak M_1 'e ait fonksiyon değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Diğer yöntem ve müşterilere ait değerler Tablo 23, Tablo 24 ve Tablo 25'de verilmiştir.

$$\text{CCM; } u_1(a_1) = \frac{0,164 \cdot 0,529 + 0,1 \cdot 0,145 + \dots + 0,103 \cdot 0,34}{1} = 0,576$$

$$\text{UCM; } u_2(a_1) = \max_1 \tilde{\omega}_1 \left(\frac{1-0,529}{1}, \frac{1-0,145}{1}, \dots, \frac{1-0,34}{1} \right) = 0,093$$

$$\text{ICM; } u_3(a_1) = \left(\frac{0,931}{1} \right)^{0,141} * \left(\frac{0,62}{1} \right)^{0,103} * \dots * \left(\frac{0,786}{1} \right)^{0,087} = 0,871$$

Adım 7.5: Fayda Fonksiyonlarının Birleştirilmesi ve Sıralamanın Elde Edilmesi

Eşitlik (33) yardımıyla aşağıdaki gibi M_1 için sıralama değeri hesaplanmıştır. Diğer yöntem ve alternatiflere ait değerler Tablo 23, Tablo 24 ve Tablo 25'de verilmiştir.

$$DN_1 = 0,333 \cdot \sqrt{0,5 \cdot \left(\frac{0,576}{0,763} \right)^2 + (1 - 0,5) \cdot \left(\frac{22-11+1}{22} \right)^2} - 0,333 \cdot \sqrt{0,5 \cdot \left(\frac{0,093}{0,198} \right)^2 + (1 - 0,5) \cdot \left(\frac{12}{22} \right)^2} + 0,333 \cdot \sqrt{0,5 \cdot \left(\frac{0,871}{0,934} \right)^2 + (1 - 0,5) \cdot \left(\frac{22-17+1}{22} \right)^2} = 0,329$$

Tablo 23. LBWA Yöntemine Göre Belirlenen Kriter Ağırlıklarına Bağlı Olarak DNMA Yöntemi ile Elde Edilen Müşteri Sırası

	CCM	Azalan Sıralama	UCM	Artan Sıralama	ICM	Azalan Sıralama	<i>DN</i>	Sıralama
M_1	0,576	11	0,093	12	0,871	17	0,329	11
M_2	0,763	1	0,041	8	0,931	2	0,373	8
M_3	0,759	2	0,075	11	0,929	3	0,324	12
M_4	0,542	13	0,014	7	0,887	14	0,410	6
M_5	0,501	15	0,109	14	0,890	13	0,289	14
M_6	0,393	20	-	1	0,855	20	0,540	1
M_7	0,641	7	0,014	5	0,908	7	0,397	7
M_8	0,295	22	0,110	15	0,813	22	0,358	10
M_9	0,617	8	0,074	10	0,911	6	0,309	13
M_{10}	0,483	17	0,154	20	0,863	19	0,251	16
M_{11}	0,644	6	0,129	18	0,925	4	0,200	22
M_{12}	0,678	4	0,112	16	0,922	5	0,235	18
M_{13}	0,747	3	0,005	2	0,934	1	0,447	4
M_{14}	0,665	5	0,013	4	0,893	11	0,421	5
M_{15}	0,345	21	0,198	22	0,827	21	0,222	19
M_{16}	0,435	18	0,156	21	0,874	16	0,222	20
M_{17}	0,557	12	0,119	17	0,903	10	0,236	17
M_{18}	0,614	9	0,041	8	0,907	8	0,358	9
M_{19}	0,604	10	0,103	13	0,906	9	0,277	15
M_{20}	0,435	19	0,014	6	0,869	18	0,469	2
M_{21}	0,513	14	0,008	3	0,875	15	0,458	3
M_{22}	0,494	16	0,146	19	0,891	12	0,220	21

Tablo 24. CRITIC Yöntemine Göre Belirlenen Kriter Ağırlıklarına Bağlı Olarak DNMA Yöntemi ile Elde Edilen Müşteri Sırası

	CCM	Azalan Sıralama	UCM	Artan Sıralama	ICM	Azalan Sıralama	<i>DN</i>	Sıralama
M_1	0,541	12	0,082	12	0,858	18	0,372	10
M_2	0,763	1	0,037	8	0,928	2	0,385	9
M_3	0,729	3	0,066	11	0,921	5	0,348	12
M_4	0,535	13	0,013	7	0,879	14	0,409	7
M_5	0,502	16	0,097	14	0,884	13	0,344	13
M_6	0,397	20	-	1	0,849	20	0,539	1
M_7	0,615	9	0,012	5	0,901	10	0,411	6
M_8	0,305	22	0,097	15	0,806	22	0,404	8

Tablo 24. (devamı)

M_9	0,622	8	0,065	10	0,911	6	0,342	14
M_{10}	0,454	17	0,136	20	0,854	19	0,312	17
M_{11}	0,655	5	0,114	18	0,927	3	0,252	22
M_{12}	0,679	4	0,098	16	0,923	4	0,279	19
M_{13}	0,746	2	0,004	2	0,935	1	0,446	4
M_{14}	0,654	6	0,012	4	0,890	12	0,428	5
M_{15}	0,314	21	0,174	22	0,817	21	0,314	16
M_{16}	0,453	18	0,138	21	0,874	16	0,293	18
M_{17}	0,571	11	0,105	17	0,906	9	0,278	20
M_{18}	0,627	7	0,037	8	0,909	7	0,363	11
M_{19}	0,610	10	0,091	13	0,907	8	0,322	15
M_{20}	0,434	19	0,013	6	0,865	17	0,464	2
M_{21}	0,522	14	0,007	3	0,874	15	0,461	3
M_{22}	0,505	15	0,129	19	0,891	11	0,274	21

Tablo 25. SOWIA Yöntemine Göre Belirlenen Kriter Ağırlıklarına Bağlı Olarak DNMA Yöntemi ile Elde Edilen Müşteri Sırası

	CCM	Azalan Sıralama	UCM	Artan Sıralama	ICM	Azalan Sıralama	DN	Sıralama
M_1	0,566	11	0,086	12	0,866	18	0,373	10
M_2	0,767	1	0,038	8	0,930	2	0,386	9
M_3	0,751	2	0,069	11	0,926	3	0,350	12
M_4	0,542	13	0,013	7	0,884	14	0,411	6
M_5	0,504	15	0,101	14	0,888	13	0,337	14
M_6	0,396	20	-	1	0,852	20	0,539	1
M_7	0,633	7	0,013	5	0,905	9	0,403	8
M_8	0,301	22	0,102	15	0,809	22	0,404	7
M_9	0,622	8	0,068	10	0,910	6	0,341	13
M_{10}	0,474	17	0,142	20	0,859	19	0,316	17
M_{11}	0,651	6	0,119	18	0,925	4	0,255	22
M_{12}	0,681	4	0,103	16	0,922	5	0,281	21
M_{13}	0,749	3	0,005	2	0,934	1	0,447	4
M_{14}	0,663	5	0,012	4	0,891	11	0,422	5
M_{15}	0,335	21	0,182	22	0,822	21	0,318	16
M_{16}	0,444	18	0,144	21	0,873	16	0,290	18
M_{17}	0,565	12	0,110	17	0,904	10	0,286	19
M_{18}	0,621	9	0,038	8	0,907	7	0,369	11
M_{19}	0,609	10	0,095	13	0,906	8	0,320	15
M_{20}	0,435	19	0,013	6	0,867	17	0,464	2
M_{21}	0,518	14	0,007	3	0,874	15	0,460	3
M_{22}	0,500	16	0,135	19	0,890	12	0,285	20

Yukarıdaki tablolarda verilen nihai (DN) sıralama sonuçlarına göre ilk 6 müşterinin, her bir kriter ağırlığı yöntemi karşısında benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Her üç yöntemde de (LBWA, CRITIC, SOWIA), önem verilmesi gereken, üretimde önceliği olan ilk 5 müşteri $M_6, M_{20}, M_{21}, M_{13}, M_{14}$ olmuştur. Azalan düzeyde son 5 müşteri de her üç yöntemde benzer müşterileri vermektedir; $M_{16}, M_{17}, M_{22}, M_{12}, M_{11}$.

Adım 8. MAIRCA Yöntemi ile Alternatif Sıralama

Adım 8.1: Başlangıç Karar Matrisinin Oluşturulması

Başlangıç karar matrisi olarak Tablo 3'den yararlanılır.

Adım 8.2: Müşterilerin Tercih Değerlerinin Belirlenmesi

22 müşteri alternatifi olan karar problemimizde karar vericiler tüm alternatiflere eşit uzaklıkta olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple Eşitlik (34)'de belirtilen P_{Ai} değeri her bir alternatif için $\frac{1}{22} = 0,045$ olarak belirlenir.

Adım 8.3: Teorik Değerlendirme Matrisinin Elde Edilmesi

Bir önceki adımda hesaplanan alternatifi önceliği (P_{Ai}) ile kriter ağırlığının (w_j) çarpımı sonucunda elde edilen teorik değerlendirme matrisi Tablo 26'da verildiği gibidir. Örnek olarak T_{11} değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$T_{11} = P_{11} \cdot w_1 = 0,045 \cdot 0,141 = 0,006$$

Tablo 26. Teorik Değerlendirme Matrisi (LBWA)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_2	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_3	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_4	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_5	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_6	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_7	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_8	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_9	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{10}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{11}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{12}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{13}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004

Tablo 26. (devamı)

M_{14}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{15}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{16}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{17}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{18}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{19}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{20}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{21}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004
M_{22}	0,006	0,005	0,004	0,010	0,009	0,007	0,004

CRITIC yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıklarına bağlı olarak elde edilen teorik değerlendirme matrisi Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Teorik Değerlendirme Matrisi (CRITIC)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_2	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_3	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_4	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_5	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_6	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_7	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_8	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_9	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{10}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{11}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{12}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{13}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{14}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{15}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{16}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{17}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{18}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{19}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{20}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{21}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005
M_{22}	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,010	0,005

SOWIA yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıklarına bağlı olarak elde edilen teorik değerlendirme matrisi Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Teorik Değerlendirme Matrisi (SOWIA)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_2	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_3	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_4	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_5	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_6	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_7	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_8	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_9	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{10}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{11}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{12}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{13}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{14}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{15}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{16}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{17}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{18}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{19}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{20}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{21}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004
M_{22}	0,006	0,005	0,006	0,008	0,007	0,008	0,004

Adım 8.4: Gerçek Değerlendirme Matrisinin Elde Edilmesi

Fayda temelli kriterler Eşitlik (7), maliyet temelli kriterler Eşitlik (8) kullanılarak karar matrisi normalize edilir. Tablo 8’de elde edilen normalize karar matrisi ile teorik değerlendirme matrisinin çarpımı ile elde edilen gerçek değerlendirme matrisi Tablo 29’da verilmiştir. Örnek olarak T_{11} değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$T_{11} = 0,529 \cdot 0,006 = 0,003$$

Tablo 29. Gerçek Değerlendirme Matrisi (LBWA)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,003	0,001	0,004	0,010	0,007	-	0,001
M_2	0,005	0,001	0,004	0,009	0,006	0,007	0,002
M_3	0,004	0,004	0,003	0,009	0,008	-	0,003
M_4	0,006	0,003	0,003	0,007	0,002	-	0,002
M_5	0,003	0,003	0,004	0,006	0,003	-	0,001
M_6	0,006	0,003	0,002	0,005	-	-	0,001
M_7	0,006	0,004	0,001	0,004	0,007	-	0,004
M_8	0,003	-	0,004	0,004	0,002	-	-
M_9	0,004	0,005	0,001	0,004	0,006	0,007	0,001
M_{10}	0,002	0,002	0,002	0,004	0,008	-	0,003
M_{11}	0,002	0,004	0,001	0,003	0,007	0,007	0,004
M_{12}	0,003	0,003	0,001	0,003	0,009	0,007	0,004
M_{13}	0,006	0,004	0,001	0,003	0,008	0,007	0,004
M_{14}	0,006	0,001	0,001	0,002	0,009	0,007	0,003
M_{15}	-	0,001	0,001	0,002	0,009	-	0,002
M_{16}	0,001	0,002	0,001	0,002	0,004	0,007	0,002
M_{17}	0,003	0,005	0,001	0,002	0,006	0,007	0,002
M_{18}	0,005	0,003	0,001	0,001	0,006	0,007	0,003
M_{19}	0,003	0,004	0,000	0,001	0,008	0,007	0,004
M_{20}	0,006	0,004	0,000	0,000	0,003	-	0,003
M_{21}	0,006	0,003	0,000	0,000	0,005	0,007	0,001
M_{22}	0,002	0,003	-	-	0,006	0,007	0,003

Tablo 30’da gösterildiği gibi CRITIC yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına bağlı olarak gerçek değerlendirme matrisi elde edilir.

Tablo 30. Gerçek Değerlendirme Matrisi (CRITIC)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,003	0,001	0,008	0,006	0,004	-	0,002
M_2	0,005	0,002	0,007	0,005	0,004	0,010	0,003
M_3	0,004	0,005	0,006	0,005	0,005	-	0,004
M_4	0,005	0,003	0,005	0,004	0,001	-	0,002
M_5	0,003	0,004	0,007	0,003	0,002	-	0,001
M_6	0,006	0,003	0,004	0,003	-	-	0,001
M_7	0,005	0,006	0,002	0,002	0,004	-	0,004
M_8	0,003	-	0,007	0,002	0,001	-	-

Tablo 30. (devamı)

M_9	0,004	0,006	0,002	0,002	0,004	0,010	0,001
M_{10}	0,002	0,003	0,003	0,002	0,005	-	0,003
M_{11}	0,002	0,005	0,002	0,002	0,004	0,010	0,004
M_{12}	0,003	0,004	0,002	0,002	0,005	0,010	0,005
M_{13}	0,006	0,005	0,002	0,002	0,005	0,009	0,005
M_{14}	0,005	0,001	0,002	0,001	0,005	0,010	0,004
M_{15}	-	0,002	0,002	0,001	0,005	-	0,002
M_{16}	0,001	0,003	0,002	0,001	0,003	0,010	0,002
M_{17}	0,002	0,006	0,001	0,001	0,004	0,010	0,003
M_{18}	0,005	0,004	0,001	0,001	0,004	0,010	0,004
M_{19}	0,003	0,005	0,000	0,000	0,005	0,010	0,004
M_{20}	0,005	0,005	0,000	0,000	0,002	-	0,004
M_{21}	0,006	0,004	0,001	0,000	0,003	0,009	0,001
M_{22}	0,002	0,003	-	-	0,004	0,009	0,003

Tablo 31’de gösterildiği gibi SOWIA yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına bağlı olarak gerçek değerlendirme matrisi elde edilir.

Tablo 31. Gerçek Değerlendirme Matrisi (SOWIA)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
M_1	0,003	0,001	0,006	0,008	0,006	-	0,001
M_2	0,005	0,001	0,005	0,007	0,005	0,008	0,003
M_3	0,004	0,005	0,005	0,007	0,007	-	0,004
M_4	0,006	0,003	0,004	0,006	0,002	-	0,002
M_5	0,003	0,004	0,005	0,005	0,003	-	0,001
M_6	0,006	0,003	0,003	0,004	-	-	0,001
M_7	0,006	0,005	0,002	0,004	0,006	-	0,004
M_8	0,003	-	0,006	0,003	0,002	-	-
M_9	0,004	0,005	0,002	0,003	0,005	0,008	0,001
M_{10}	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	-	0,003
M_{11}	0,002	0,005	0,002	0,003	0,006	0,008	0,004
M_{12}	0,003	0,004	0,002	0,003	0,007	0,008	0,004
M_{13}	0,006	0,004	0,002	0,002	0,007	0,008	0,004
M_{14}	0,006	0,001	0,001	0,002	0,007	0,008	0,003
M_{15}	-	0,001	0,001	0,002	0,007	-	0,002
M_{16}	0,001	0,003	0,001	0,002	0,003	0,008	0,002

Tablo 31. (devamı)

M_{17}	0,002	0,005	0,001	0,001	0,005	0,008	0,003
M_{18}	0,005	0,004	0,001	0,001	0,005	0,008	0,003
M_{19}	0,003	0,004	0,000	0,001	0,007	0,008	0,004
M_{20}	0,006	0,005	0,000	0,000	0,003	-	0,003
M_{21}	0,006	0,003	0,000	0,000	0,004	0,008	0,001
M_{22}	0,002	0,003	-	-	0,005	0,008	0,003

Adım 8.5: Fark (Boşluk) Matrisinin Oluşturulması

Teorik değerlendirme matrisi ile gerçek değerlendirme matrisinin farkı alınarak oluşturulan G matrisinin elde edilmesi için Eşitlik (39)'dan yararlanılmıştır. Örnek olarak G_{11} değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Tüm değerler Tablo 32'de gösterilmiştir.

$$G_{11} = 0,006 - 0,003 = 0,003$$

Adım 8.6: Müşterilere İlişkin Kriter Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması ve Sıralama

G matrisinde bulunan fark değerlerinin toplamı ile elde edilen kriter fonksiyon değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandırılır. En küçük değer en iyi alternatifi belirtirken en büyük değer en kötü alternatifi belirtmektedir. Örnek olarak Q_1 değeri Eşitlik(40)'a göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Diğer değerler Tablo 32'de gösterilmiştir.

$$Q_1 = \sum_{j=1}^n g_{1j} = 0,003 + 0,004 + 0 + 0 + 0,002 + 0,007 + 0,003 = 0,019$$

Tablo 32. Fark Matrisi ve Müşterilerin Sıralandırılması (LBWA)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	Q_i	Sıra
M_1	0,003	0,004	-	-	0,002	0,007	0,003	0,019	11
M_2	0,001	0,003	0,000	0,001	0,003	-	0,002	0,010	1
M_3	0,002	0,000	0,001	0,002	0,001	0,007	0,001	0,014	3
M_4	0,000	0,002	0,001	0,003	0,007	0,007	0,002	0,023	13
M_5	0,003	0,001	0,000	0,004	0,006	0,007	0,003	0,025	16
M_6	-	0,002	0,002	0,006	0,009	0,007	0,003	0,028	19
M_7	0,000	0,000	0,003	0,006	0,002	0,007	0,000	0,019	10
M_8	0,004	0,005	0,000	0,007	0,007	0,007	0,004	0,033	22
M_9	0,002	0,000	0,003	0,007	0,002	-	0,003	0,017	7
M_{10}	0,005	0,002	0,003	0,007	0,001	0,007	0,001	0,026	18
M_{11}	0,004	0,000	0,003	0,007	0,002	-	0,000	0,016	6
M_{12}	0,004	0,001	0,003	0,007	-	-	-	0,015	4
M_{13}	0,000	0,001	0,003	0,007	0,000	0,001	-	0,013	2

Tablo 32. (devamı)

M_{14}	0,000	0,004	0,003	0,008	-	-	0,001	0,016	5
M_{15}	0,006	0,003	0,003	0,008	-	0,007	0,002	0,030	21
M_{16}	0,005	0,002	0,003	0,008	0,005	-	0,002	0,025	17
M_{17}	0,004	-	0,004	0,009	0,003	-	0,002	0,020	12
M_{18}	0,001	0,001	0,003	0,009	0,003	-	0,001	0,018	8
M_{19}	0,003	0,001	0,004	0,010	0,001	-	0,000	0,019	9
M_{20}	0,000	0,000	0,004	0,010	0,006	0,007	0,001	0,028	20
M_{21}	0,000	0,002	0,004	0,010	0,004	0,001	0,003	0,024	14
M_{22}	0,004	0,002	0,004	0,010	0,003	0,001	0,001	0,025	15

CRITIC yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına bağlı olarak elde edilen fark matrisi ve müşteri sıralaması Tablo 33’de gösterilmiştir.

Tablo 33. Fark Matrisi ve Müşterilerin Sıralandırılması (CRITIC)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	Q_i	Sıra
M_1	0,003	0,005	-	-	0,001	0,010	0,003	0,022	13
M_2	0,001	0,004	0,001	0,001	0,002	-	0,002	0,010	1
M_3	0,002	0,000	0,001	0,001	0,000	0,010	0,001	0,016	6
M_4	0,000	0,003	0,002	0,002	0,004	0,010	0,002	0,024	16
M_5	0,003	0,002	0,001	0,002	0,004	0,010	0,004	0,025	17
M_6	-	0,002	0,003	0,003	0,005	0,010	0,003	0,028	19
M_7	0,000	0,000	0,005	0,003	0,001	0,010	0,000	0,021	11
M_8	0,003	0,006	0,000	0,004	0,004	0,010	0,005	0,032	21
M_9	0,002	0,000	0,005	0,004	0,002	-	0,003	0,016	5
M_{10}	0,004	0,003	0,005	0,004	0,000	0,010	0,001	0,028	18
M_{11}	0,004	0,000	0,005	0,004	0,001	-	0,000	0,015	4
M_{12}	0,003	0,002	0,005	0,004	-	-	-	0,014	3
M_{13}	0,000	0,001	0,006	0,004	0,000	0,001	-	0,012	2
M_{14}	0,000	0,005	0,006	0,004	-	-	0,001	0,016	7
M_{15}	0,006	0,004	0,006	0,004	-	0,010	0,002	0,033	22
M_{16}	0,005	0,003	0,006	0,005	0,003	-	0,002	0,023	14
M_{17}	0,004	-	0,006	0,005	0,002	-	0,002	0,018	10
M_{18}	0,001	0,002	0,006	0,005	0,002	-	0,001	0,016	8
M_{19}	0,003	0,001	0,007	0,005	0,000	-	0,000	0,017	9
M_{20}	0,000	0,000	0,007	0,005	0,004	0,010	0,001	0,028	20
M_{21}	0,000	0,002	0,007	0,006	0,003	0,001	0,004	0,022	12
M_{22}	0,004	0,002	0,008	0,006	0,002	0,001	0,001	0,023	15

SOWIA yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarına bağlı olarak elde edilen fark matrisi ve müşteri sıralaması Tablo 34’de gösterilmiştir.

Tablo 34. Fark Matrisi ve Müşterilerin Sıralandırılması (SOWIA)

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	Q_i	Sıra
M_1	0,003	0,004	-	-	0,002	0,008	0,003	0,020	12
M_2	0,001	0,004	0,000	0,001	0,002	-	0,002	0,010	1
M_3	0,002	0,000	0,001	0,001	0,001	0,008	0,001	0,015	4
M_4	0,000	0,002	0,002	0,003	0,006	0,008	0,002	0,023	14
M_5	0,003	0,001	0,001	0,004	0,005	0,008	0,003	0,025	17
M_6	-	0,002	0,003	0,005	0,007	0,008	0,003	0,028	19
M_7	0,000	0,000	0,004	0,005	0,001	0,008	0,000	0,020	11
M_8	0,003	0,005	0,000	0,006	0,006	0,008	0,004	0,033	22
M_9	0,002	0,000	0,004	0,006	0,002	-	0,003	0,017	7
M_{10}	0,004	0,003	0,004	0,006	0,001	0,008	0,001	0,027	18
M_{11}	0,004	0,000	0,004	0,006	0,001	-	0,000	0,016	5
M_{12}	0,004	0,001	0,004	0,006	-	-	-	0,015	3
M_{13}	0,000	0,001	0,004	0,006	0,000	0,001	-	0,012	2
M_{14}	0,000	0,004	0,004	0,006	-	-	0,001	0,016	6
M_{15}	0,006	0,004	0,004	0,007	-	0,008	0,002	0,031	21
M_{16}	0,005	0,002	0,004	0,007	0,004	-	0,002	0,025	16
M_{17}	0,004	-	0,005	0,007	0,002	-	0,002	0,019	10
M_{18}	0,001	0,001	0,005	0,007	0,002	-	0,001	0,018	8
M_{19}	0,003	0,001	0,005	0,008	0,001	-	0,000	0,018	9
M_{20}	0,000	0,000	0,005	0,008	0,005	0,008	0,001	0,028	20
M_{21}	0,000	0,002	0,005	0,008	0,003	0,001	0,003	0,023	13
M_{22}	0,004	0,002	0,006	0,008	0,002	0,001	0,001	0,024	15

Yukarıdaki tablolarda verilen fark matrisi sıralama sonuçlarına göre ilk 7 müşterinin, her bir kriter ağırlığı yöntemi karşısında benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Her üç yöntemde de önem verilmesi gereken, üretimde önceliği olan ilk 7 müşteri $M_2, M_{13}, M_{12}, M_3, M_{11}, M_{14}, M_9$ olmuştur. Azalan düzeyde son 5 müşteri de her üç yöntemde benzer müşterileri vermektedir; $M_{10}, M_6, M_{20}, M_{15}, M_8$.

Adım 9. TPOP Yöntemi ile Bütünleşik Alternatif Sıralama

Adım 9.1: Müşteri Sıralama Matrisinin Oluşturulması

WASPAS, CoCoSo, DNMA ve MAIRCA yöntemlerinde elde edilen nihai sıralama ağırlıkları kullanılarak Tablo 35’deki gibi alternatif sıralama matrisi oluşturulur.

Tablo 35. TPOP Yöntemi için Müşteri Sıralama Matrisi

	WASPAS			COCOSO			DNMA			MAIRCA		
	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA
M_1	0,503	0,414	0,466	2,053	1,892	1,975	0,329	0,372	0,373	0,019	0,022	0,020
M_2	0,671	0,632	0,655	2,563	2,521	2,528	0,373	0,385	0,386	0,010	0,010	0,010
M_3	0,577	0,492	0,542	2,274	2,151	2,208	0,324	0,348	0,350	0,014	0,016	0,015
M_4	0,461	0,392	0,433	1,908	1,854	1,874	0,410	0,409	0,411	0,023	0,024	0,023
M_5	0,440	0,383	0,416	1,810	1,785	1,790	0,289	0,344	0,337	0,025	0,025	0,025
M_6	0,408	0,352	0,385	1,544	1,515	1,523	0,540	0,539	0,539	0,028	0,028	0,028
M_7	0,531	0,458	0,501	2,074	1,973	2,019	0,397	0,411	0,403	0,019	0,021	0,020
M_8	0,379	0,340	0,363	1,141	1,177	1,148	0,358	0,404	0,404	0,033	0,032	0,033
M_9	0,632	0,617	0,626	2,289	2,286	2,273	0,309	0,342	0,341	0,017	0,016	0,017
M_{10}	0,411	0,341	0,382	1,794	1,688	1,741	0,251	0,312	0,316	0,026	0,028	0,027
M_{11}	0,633	0,624	0,629	2,327	2,343	2,317	0,200	0,252	0,255	0,016	0,015	0,016
M_{12}	0,628	0,612	0,621	2,371	2,361	2,351	0,235	0,279	0,281	0,015	0,014	0,015
M_{13}	0,605	0,566	0,589	2,470	2,447	2,443	0,447	0,446	0,447	0,013	0,012	0,012
M_{14}	0,577	0,546	0,564	2,312	2,261	2,276	0,421	0,428	0,422	0,016	0,016	0,016
M_{15}	0,361	0,295	0,334	1,432	1,322	1,380	0,222	0,314	0,318	0,030	0,033	0,031
M_{16}	0,482	0,470	0,477	1,946	1,990	1,952	0,222	0,293	0,290	0,025	0,023	0,025
M_{17}	0,649	0,663	0,654	2,151	2,185	2,150	0,236	0,278	0,286	0,020	0,018	0,019
M_{18}	0,557	0,546	0,553	2,228	2,259	2,225	0,358	0,363	0,369	0,018	0,016	0,018
M_{19}	0,557	0,547	0,553	2,181	2,193	2,169	0,277	0,322	0,320	0,019	0,017	0,018
M_{20}	0,404	0,355	0,384	1,623	1,612	1,607	0,469	0,464	0,464	0,028	0,028	0,028
M_{21}	0,439	0,410	0,427	1,929	1,958	1,925	0,458	0,461	0,460	0,024	0,022	0,023
M_{22}	0,422	0,393	0,410	1,659	1,682	1,657	0,220	0,274	0,285	0,025	0,023	0,024

Adım 9.2: Müşteri Sıralama Matrisinin Normalize Edilmesi

0 ile 1 değeri arasında yer alan, normalize sıralama ağırlıklarının elde edilmesini sağlayan J_{ib} değeri Eşitlik (42) yardımıyla elde edilir. Örnek olarak J_{11} değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Normalize matris Tablo 36’da verildiği gibidir.

$$J_{11} = \frac{|S_{11}|}{|S_{11} + S_{21} + \dots + S_{22}|} = \frac{0,503}{|0,503 + 0,671 + \dots + 0,422|} = 0,044$$

Tablo 36. TPOP Yöntemi için Normalize Matris

	WASPAS			COCOSO			DNMA			MAIRCA		
	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA
M_1	0,044	0,040	0,042	0,047	0,044	0,045	0,045	0,046	0,046	0,041	0,049	0,044
M_2	0,059	0,060	0,060	0,058	0,058	0,058	0,051	0,048	0,048	0,022	0,022	0,022
M_3	0,051	0,047	0,049	0,052	0,049	0,051	0,044	0,043	0,043	0,030	0,035	0,032
M_4	0,041	0,038	0,039	0,043	0,043	0,043	0,056	0,051	0,051	0,049	0,052	0,050
M_5	0,039	0,037	0,038	0,041	0,041	0,041	0,039	0,043	0,042	0,055	0,055	0,055
M_6	0,036	0,034	0,035	0,035	0,035	0,035	0,073	0,067	0,067	0,061	0,061	0,061
M_7	0,047	0,044	0,046	0,047	0,045	0,046	0,054	0,051	0,050	0,040	0,045	0,042
M_8	0,033	0,033	0,033	0,026	0,027	0,026	0,049	0,050	0,050	0,071	0,070	0,070
M_9	0,056	0,059	0,057	0,052	0,053	0,052	0,042	0,042	0,042	0,037	0,035	0,036
M_{10}	0,036	0,033	0,035	0,041	0,039	0,040	0,034	0,039	0,039	0,055	0,060	0,057
M_{11}	0,056	0,060	0,057	0,053	0,054	0,053	0,027	0,031	0,032	0,035	0,032	0,034
M_{12}	0,055	0,059	0,057	0,054	0,054	0,054	0,032	0,035	0,035	0,033	0,031	0,032
M_{13}	0,053	0,054	0,054	0,056	0,056	0,056	0,061	0,055	0,055	0,027	0,026	0,027
M_{14}	0,051	0,052	0,051	0,052	0,052	0,052	0,057	0,053	0,052	0,035	0,035	0,035
M_{15}	0,032	0,028	0,030	0,032	0,030	0,032	0,030	0,039	0,039	0,065	0,071	0,067
M_{16}	0,043	0,045	0,044	0,044	0,046	0,045	0,030	0,036	0,036	0,055	0,050	0,053
M_{17}	0,057	0,063	0,060	0,049	0,050	0,049	0,032	0,035	0,035	0,044	0,040	0,042
M_{18}	0,049	0,052	0,050	0,051	0,052	0,051	0,049	0,045	0,046	0,040	0,036	0,038
M_{19}	0,049	0,052	0,050	0,049	0,050	0,050	0,038	0,040	0,040	0,040	0,037	0,039
M_{20}	0,036	0,034	0,035	0,037	0,037	0,037	0,064	0,058	0,058	0,061	0,061	0,061
M_{21}	0,039	0,039	0,039	0,044	0,045	0,044	0,062	0,057	0,057	0,051	0,048	0,050
M_{22}	0,037	0,038	0,037	0,038	0,039	0,038	0,030	0,034	0,035	0,054	0,051	0,053

Adım 9.3: Müşterilerin Sıralama Ağırlıklarına Ait Entropi Değerlerinin Hesaplanması

Sıralama ağırlıklarına ait entropi değerleri Eşitlik (43) de gösterildiği gibi elde edilir, Örnek olarak e_{WASPAS} değerinin hesaplanması aşağıdaki gibi gösterilir. Tüm değerler Tablo 37’de verildiği gibidir.

$$e_{WASPAS} = -\frac{1}{\ln 22} \sum_{i=1}^{22} J_{iWASPAS} \cdot \ln |J_{iWASPAS}| = 0,1056$$

Tablo 37. TPOP Yönteminde Kullanılacak Entropi Değerleri

	e_{WASPAS}			e_{COCOSO}			e_{DNMA}			e_{MAIRCA}		
e_b	0,1056	0,1062	0,1058	0,1055	0,1056	0,1056	0,1069	0,1058	0,1057	0,1069	0,1071	0,1069

Adım 9.4: Kullanılan Her Bir ÇKKV Yaklaşımı İçin Ağırlıkların Hesaplanması

b. ÇKKV yaklaşımındaki ağırlığı gösteren g_b , Eşitlik (44) ile elde edilir. WASPAS yöntemi ile yapılan örnek hesaplama aşağıdaki gibidir. Tüm değerler Tablo 38’de verildiği gibidir.

$$g_{WASPAS} = \frac{1 - 0,1056}{(1 - 0,1056) + (1 - 0,1055) + (1 - 0,1069) + (1 - 0,1069)} = 0,2502$$

Tablo 38. TPOP Yönteminde Kullanılacak Ağırlıklar

		g_{WASPAS}		g_{COCOSO}		g_{DNMA}		g_{MAIRCA}				
g_b	0,2502	0,2500	0,2500	0,2502	0,2502	0,2501	0,2498	0,2501	0,2501	0,2498	0,2497	0,2497

Adım 9.5: Her Bir ÇKKV Yaklaşımı İçin g'_b Değerlerinin Hesaplanması

g'_b , değerleri Eşitlik (45) yardımıyla hesaplanır. WASPAS yöntemi ile yapılan örnek hesaplama aşağıdaki gibidir. Tüm değerler Tablo 39’da verildiği gibidir.

$$g'_b = 1 + \sqrt{0,2502} = 1,5002$$

Tablo 39. TPOP Yöntemi için g'_b Değerleri

g'_{WASPAS}				g'_{COCOSO}				g'_{DNMA}				g'_{MAIRCA}			
g'_b	1,5002	1,5000	1,5000	1,5002	1,5002	1,5001	1,4998	1,5001	1,5001	1,4998	1,4997	1,4997			

Adım 9.6: G'_b Değerlerinin Hesaplanması

G'_b , değerleri Eşitlik (46) yardımıyla hesaplanır. LBWA kriter ağırlığı kullanılarak yapılan örnek hesaplama aşağıdaki gibidir.

$$G'_b = 1,5002 + 1,5002 + 1,4998 + 1,4998 = 6,000$$

Tablo 40. TPOP Yöntemi için G'_b Değerleri

	LBWA	CRITIC	SOWIA
G'_b	6,000	6,000	6,000

Adım 9.7: Her Bir ÇKKV Yaklaşımı İçin Kesin Ağırlıkların Hesaplanması

b. yaklaşım için kesin ağırlık değerini gösteren g_b^* Eşitlik (47) ile hesaplanır. WASPAS yöntemi ile yapılan örnek hesaplama aşağıdaki gibidir.

$$g_b^* = \frac{1,5002}{6} = 0,25$$

Adım 9.8: Her Bir ÇKKV Yaklaşımı İçin Alternatif Sıralama Ağırlıklarının Normalize Edilmesi

Eşitlik (48) ile normalize edilen matris Tablo 41’de verildiği gibidir. Artan ve azalan sıralama yapılan yöntemlerde farklı eşitlikler kullanılır. WASPAS, CoCoSo ve DNMA yöntemlerinde en yüksek ağırlık değerine sahip alternatif en iyi olarak belirlenirken, MAIRCA yönteminde en düşük ağırlık değerine sahip alternatif en iyi olarak belirlenir. WASPAS ve MAIRCA yöntemlerinin ilk değer hesaplaması aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$p_{11} = \frac{0,671-0,503}{0,671-0,361} = 0,542 ; p_{110} = \frac{0,019-0,010}{0,033-0,010} = 0,379$$

Tablo 41. Alternatif Sıralama Ağırlıklarının Normalize Matrisi

	WASPAS			COCOSO			DNMA			MAIRCA		
	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA	LBWA	CRITIC	SOWIA
M_1	0,542	0,676	0,588	0,359	0,468	0,401	0,619	0,583	0,585	0,379	0,544	0,450
M_2	-	0,085	-	-	-	-	0,490	0,536	0,539	-	-	-
M_3	0,302	0,465	0,351	0,203	0,276	0,232	0,634	0,667	0,666	0,146	0,270	0,198
M_4	0,675	0,736	0,691	0,460	0,497	0,474	0,380	0,454	0,451	0,555	0,604	0,580
M_5	0,743	0,762	0,742	0,529	0,547	0,535	0,738	0,680	0,711	0,665	0,677	0,677
M_6	0,848	0,845	0,841	0,716	0,748	0,728	-	-	-	0,793	0,794	0,802
M_7	0,449	0,558	0,478	0,344	0,408	0,369	0,421	0,448	0,480	0,369	0,466	0,412
M_8	0,941	0,878	0,909	1,000	1,000	1,000	0,535	0,470	0,474	1,000	0,975	1,000
M_9	0,126	0,124	0,090	0,193	0,175	0,185	0,678	0,688	0,698	0,306	0,263	0,292
M_{10}	0,837	0,875	0,849	0,541	0,620	0,570	0,848	0,792	0,784	0,680	0,786	0,730
M_{11}	0,123	0,105	0,079	0,166	0,133	0,153	1,000	1,000	1,000	0,262	0,197	0,238
M_{12}	0,139	0,137	0,104	0,135	0,119	0,128	0,895	0,905	0,907	0,208	0,176	0,197
M_{13}	0,211	0,263	0,203	0,065	0,055	0,061	0,273	0,325	0,324	0,094	0,074	0,087
M_{14}	0,303	0,318	0,282	0,176	0,194	0,183	0,350	0,388	0,413	0,257	0,271	0,266
M_{15}	1,000	1,000	1,000	0,795	0,892	0,832	0,933	0,783	0,778	0,884	1,000	0,940
M_{16}	0,607	0,525	0,552	0,434	0,395	0,417	0,934	0,860	0,874	0,672	0,580	0,641
M_{17}	0,071	-	0,001	0,290	0,250	0,274	0,894	0,911	0,891	0,440	0,357	0,411
M_{18}	0,367	0,318	0,318	0,236	0,195	0,220	0,534	0,614	0,598	0,355	0,277	0,327
M_{19}	0,368	0,315	0,318	0,269	0,244	0,260	0,772	0,758	0,769	0,369	0,312	0,350
M_{20}	0,861	0,837	0,844	0,661	0,676	0,667	0,207	0,263	0,265	0,798	0,797	0,806
M_{21}	0,747	0,688	0,709	0,446	0,419	0,437	0,240	0,272	0,280	0,593	0,529	0,573
M_{22}	0,803	0,733	0,762	0,636	0,624	0,631	0,939	0,924	0,892	0,656	0,587	0,635

Adım 9.9: Müşteriler İçin Eksponansiyel Ağırlıklı Normalize Sıralama Değerlerinin Hesaplanması

Eksponansiyel ağırlıklı normalize sıralama değeri Eşitlik (49) ile elde edilir. LBWA ağırlığı kullanılarak WASPAS yöntemi için hesaplanan ilk değer u_{11} aşağıdaki gibi hesaplanırken tüm değerler Tablo 42, Tablo 43 ve Tablo 44’te verilmiştir.

$$u_{11} = \exp(g_1^* + p_{11}) = \exp(0,25 + 0,542) = 2,208$$

Adım 9.10: Alternatifler İçin Nihai Seçim İndeksinin Hesaplanması

Bir önceki adımda hesaplanan eksponansiyel normalize değerlerin her bir alternatif için toplamı nihai seçim indeksini vermektedir. Birinci alternatif için Eşitlik (50) kullanılarak LBWA ağırlığına göre hesaplanan değer aşağıda gösterilmiştir. Tüm değerler Tablo 42, Tablo 43 ve Tablo 44’de verilmiştir.

$$FRW_1 = 2,208 + 1,839 + 2,386 + 1,876 = 8,308$$

Adım 9.11: Alternatiflerin Sıralanması

En düşük FRW_i değerine sahip olan alternatif en iyi alternatiftir.

LBWA yöntemine göre elde edilen kriter ağırlığı kullanılarak **TPOP** yöntemine göre elde edilen alternatif sıralaması Tablo 42’de gösterilmiştir.

Tablo 42. TPOP Yöntemine Göre Müşteri Sıralama (LBWA)

MÜŞTERİLER	WASPAS	COCOSO	DNMA	MAIRCA	FRW	Sıralama
M_1	2,208	1,839	2,386	1,876	8,308	12
M_2	1,284	1,284	2,096	1,284	5,948	1
M_3	1,736	1,574	2,420	1,486	7,216	4
M_4	2,522	2,035	1,878	2,236	8,671	13
M_5	2,700	2,180	2,687	2,498	10,065	17
M_6	2,997	2,628	1,284	2,839	9,748	15
M_7	2,012	1,811	1,955	1,858	7,637	7
M_8	3,292	3,490	2,193	3,490	12,466	21
M_9	1,456	1,557	2,529	1,744	7,286	5
M_{10}	2,965	2,205	2,998	2,534	10,703	19
M_{11}	1,451	1,516	3,490	1,668	8,126	9
M_{12}	1,475	1,469	3,142	1,581	7,667	8
M_{13}	1,585	1,371	1,687	1,411	6,054	2
M_{14}	1,738	1,532	1,822	1,661	6,752	3
M_{15}	3,490	2,844	3,263	3,109	12,708	22
M_{16}	2,356	1,982	3,267	2,513	10,119	18
M_{17}	1,378	1,716	3,138	1,994	8,227	11
M_{18}	1,853	1,625	2,189	1,831	7,498	6
M_{19}	1,855	1,680	2,778	1,857	8,170	10
M_{20}	3,039	2,487	1,579	2,852	9,956	16
M_{21}	2,711	2,005	1,633	2,324	8,673	14
M_{22}	2,867	2,426	3,284	2,473	11,050	20

Tablo 43. TPOP Yöntemine Göre Müşteri Sıralama (CRITIC)

MÜŞTERİLER	WASPAS	COCOSO	DNMA	MAIRCA	FRW	Sıralama
M_1	2,525	2,051	2,300	2,213	9,088	13
M_2	1,398	1,284	2,196	1,284	6,161	1
M_3	2,045	1,692	2,501	1,681	7,919	8
M_4	2,681	2,110	2,023	2,349	9,163	14
M_5	2,752	2,220	2,535	2,526	10,032	18
M_6	2,990	2,713	1,284	2,841	9,828	16
M_7	2,243	1,931	2,009	2,047	8,229	11
M_8	3,088	3,490	2,054	3,403	12,036	21
M_9	1,453	1,530	2,556	1,671	7,210	4
M_{10}	3,082	2,386	2,835	2,819	11,122	20
M_{11}	1,426	1,466	3,490	1,564	7,947	9
M_{12}	1,473	1,447	3,176	1,530	7,626	6
M_{13}	1,670	1,356	1,777	1,383	6,187	2
M_{14}	1,765	1,559	1,893	1,683	6,901	3
M_{15}	3,490	3,134	2,810	3,490	12,925	22
M_{16}	2,170	1,906	3,034	2,294	9,404	15
M_{17}	1,284	1,649	3,193	1,835	7,960	10
M_{18}	1,764	1,560	2,372	1,694	7,390	5
M_{19}	1,760	1,639	2,739	1,753	7,891	7
M_{20}	2,964	2,525	1,670	2,849	10,009	17
M_{21}	2,555	1,953	1,686	2,179	8,372	12
M_{22}	2,673	2,396	3,235	2,310	10,615	19

Tablo 44. TPOP Yöntemine Göre Müşteri Sıralama (SOWIA)

MÜŞTERİLER	WASPAS	COCOSO	DNMA	MAIRCA	FRW	Sıralama
M_1	2,312	1,917	2,305	2,013	8,548	12
M_2	1,284	1,284	2,201	1,284	6,053	1
M_3	1,825	1,619	2,500	1,565	7,509	6
M_4	2,563	2,062	2,017	2,294	8,936	14
M_5	2,698	2,193	2,614	2,526	10,030	17
M_6	2,976	2,659	1,284	2,863	9,782	16
M_7	2,072	1,856	2,075	1,939	7,942	8
M_8	3,188	3,490	2,062	3,490	12,231	21
M_9	1,405	1,545	2,580	1,719	7,249	4
M_{10}	3,000	2,271	2,811	2,665	10,747	20
M_{11}	1,390	1,496	3,490	1,629	8,006	9

Tablo 44. (devamı)

M_{12}	1,424	1,460	3,182	1,564	7,630	7
M_{13}	1,573	1,365	1,776	1,401	6,115	2
M_{14}	1,702	1,542	1,941	1,674	6,860	3
M_{15}	3,490	2,952	2,796	3,288	12,526	22
M_{16}	2,231	1,949	3,078	2,439	9,697	15
M_{17}	1,286	1,689	3,129	1,937	8,040	11
M_{18}	1,765	1,599	2,335	1,780	7,480	5
M_{19}	1,764	1,665	2,772	1,821	8,022	10
M_{20}	2,985	2,503	1,673	2,874	10,035	18
M_{21}	2,608	1,987	1,699	2,278	8,572	13
M_{22}	2,750	2,414	3,132	2,422	10,718	19

Yukarıdaki tablolarda verilen sıralama sonuçlarına göre ilk 5 müşterinin, her bir kriter ağırlığı yöntemi karşısında benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Her üç yöntemde de önem verilmesi gereken, üretimde önceliği olan ilk 5 müşteri $M_2, M_{13}, M_{14}, M_9, M_{18}$ olmuştur. Azalan düzeyde son 4 müşteri de her üç yöntemde benzer müşterileri vermektedir; $M_{22}, M_{10}, M_8, M_{15}$.

Adım 10. Sıralama Sonuçlarının Karşılaştırılması

WASPAS, COCOSO, MAIRCA, DNMA ve TPOP yöntemleri ile elde edilen sıralamalar Tablo 45’de özetlendiği gibidir. Tüm sıralama yöntemleri her üç kriter ağırlığı ile ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tabloda LBWA (L), CRITIC (C), SOWIA (S) ağırlıklarına göre sıralama gösterilmektedir.

Tablo 45. Alternatif Sıralama Sonuçlarını Karşılaştırma Tablosu

	WASPAS			COCOSO			DNMA			MAIRCA			TPOP		
	L	C	S	L	C	S	L	C	S	L	C	S	L	C	S
M_1	12	13	13	12	14	12	11	10	10	11	13	12	12	13	12
M_2	1	2	1	1	1	1	8	9	9	1	1	1	1	1	1
M_3	7	10	10	7	10	8	12	12	12	3	6	4	4	8	6
M_4	14	16	14	15	15	15	6	7	6	13	16	14	13	14	14
M_5	15	17	16	16	16	16	14	13	14	16	17	17	17	18	17
M_6	19	19	18	20	20	20	1	1	1	19	19	19	15	16	16
M_7	11	12	11	11	12	11	7	6	8	10	11	11	7	11	8
M_8	21	21	21	22	22	22	10	8	7	22	21	22	21	21	21
M_9	4	4	4	6	5	6	13	14	13	7	5	7	5	4	4
M_{10}	18	20	20	17	17	17	16	17	17	18	18	18	19	20	20
M_{11}	3	3	3	4	4	4	22	22	22	6	4	5	9	9	9

Tablo 45. (devamı)

M_{12}	5	5	5	3	3	3	18	19	21	4	3	3	8	6	7
M_{13}	6	6	6	2	2	2	4	4	4	2	2	2	2	2	2
M_{14}	8	9	7	5	6	5	5	5	5	5	7	6	3	3	3
M_{15}	22	22	22	21	21	21	19	16	16	21	22	21	22	22	22
M_{16}	13	11	12	13	11	13	20	18	18	17	14	16	18	15	15
M_{17}	2	1	2	10	9	10	17	20	19	12	10	10	11	10	11
M_{18}	9	8	9	8	7	7	9	11	11	8	8	8	6	5	5
M_{19}	10	7	8	9	8	9	15	15	15	9	9	9	10	7	10
M_{20}	20	18	19	19	19	19	2	2	2	20	20	20	16	17	18
M_{21}	16	14	15	14	13	14	3	3	3	14	12	13	14	12	13
M_{22}	17	15	17	18	18	18	21	21	20	15	15	15	20	19	19

Yukarıdaki özet tablodan da anlaşıldığı üzere bu probleme göre birinci öncelikli müşteri M_2 iken ikinci öncelikli müşteri CoCoSo ve MAIRCA yöntemine göre M_{13} , WASPAS yöntemine göre M_{17} ve DNMA yöntemine göre M_{20} olarak belirlenmiştir. M_{17} ve M_{20} diğer yöntemlere bakıldığında oldukça arka sıralamalarda yer aldığından, ikinci müşterinin M_{13} olarak seçilmesi daha doğru olacaktır. Üçüncü müşteri her yöntemde farklı bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda müşteriler tek tek incelenirse CoCoSo ve MAIRCA yöntemlerinin üçüncü sırada verilen müşterisinin ortak olduğu gözlemlenir ve üçüncü müşteri olarak M_{12} seçilir. Dördüncü müşteri olarak WASPAS ve TPOP sonuçlarına göre M_9 seçilmiştir. Beşinci müşteri olarak CoCoSo, DNMA, MAIRCA sonuçlarına göre M_{14} seçilmiştir. Altıncı müşteri olarak ilgili satır içerisinde en düşük sıralamalara sahip olan M_{11} seçilmiştir. Yedinci müşteri olarak ilgili satır içerisinde en düşük sıralamalara sahip olan M_3 seçilmiştir. Sekizinci müşteri de aynı mantıkla M_{18} olarak belirlenmiştir. Dokuzuncu müşteri M_{19} olurken, onuncu müşteri M_{17} , on birinci müşteri M_7 , on ikinci müşteri M_1 , on üçüncü müşteri M_{21} , on dördüncü müşteri M_4 , on beşinci müşteri M_{16} , on altıncı müşteri olarak M_5 , on yedinci müşteri olarak M_{10} , on sekizinci müşteri olarak M_{22} , on dokuzuncu müşteri olarak M_6 , yirminci müşteri M_{20} , yirmi birinci müşteri M_8 ve son müşteri M_{15} olarak belirlenmiştir. Yapılan son sıralama aşağıdaki gibi elde edilmiştir. Herhangi bir talep yoğunluğu oluştuğunda üretim önceliği için gerekirse aşağıdaki sıralamadan yararlanılabilir.

Tablo 46’da gösterilen bütünleşik sıralama ise üç ağırlık yöntemine göre tüm alternatif sıralama yöntemleri ile TPOP dan elde edilen sıralamaların bütünleştirilmiş halidir. Her müşteri için sıra değeri belirlenirken Tablo 45’de yer alan sıralama değerlerinin mod değeri alınmıştır. Tablo 46’ya göre %59 oranında LBWA kriter ağırlığı kullanılarak hesaplanan CoCoSo yöntemi sıralamasıyla benzerlik göstermektedir. Bu sonucu %55 oranı ile SOWIA kriter ağırlığı

kullanılarak hesaplanan MAIRCA yöntemi takip etmektedir. Sırasıyla %50 oranında benzerlik gösteren diğer yöntemler yine SOWIA kriter ağırlığı kullanılarak hesaplanan CoCoSo ve CRITIC kriter ağırlığı kullanılarak hesaplanan MAIRCA yöntemleri olmaktadır. Bu sonuçlardan hareketle MAIRCA ve CoCoSo yöntemlerinin birbiri ile benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Her yöntemden elde edilen sıralama sonucu birbirleriyle karşılaştırıldığında da en yüksek benzerlik oranı CoCoSo ve MAIRCA yöntemi arasında çıkmıştır.

Tablo 46. Bütünleşik Sıralama

	Sıra
M_1	12
M_2	1
M_3	7
M_4	14
M_5	16
M_6	19
M_7	11
M_8	21
M_9	4
M_{10}	17
M_{11}	6
M_{12}	3
M_{13}	2
M_{14}	5
M_{15}	22
M_{16}	15
M_{17}	10
M_{18}	8
M_{19}	9
M_{20}	20
M_{21}	13
M_{22}	18

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Müşteri memnuniyetini dolayısıyla karlılığını artırmak isteyen işletmelerin müşteri siparişlerini zamanında ve etkin bir şekilde karşılamaları için üretim önceliğini doğru ve güncel bir şekilde belirlemeleri gerekmektedir. Seramik sektöründeki talep yönetiminden ilham alınarak ÇKKV yöntemleri ile üretim önceliğinin belirlenmesinin amaçlandığı bu tezde farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak önerilen bütünleşik yaklaşım ile müşteri sıralaması elde edilmiştir. Farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak farklı bakış açıları ve hesaplama prosedürleri ile en doğru sıralama elde edilmeye çalışılmıştır.

Üretim önceliği 7 temel kritere göre değerlendirilmiş ve üç farklı kriter ağırlıklandırma yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Üretim önceliğini belirleyen müşteri sıralamasında en önemli kriterin LBWA yöntemine göre Satış Miktarı, CRITIC ve SOWIA yöntemine göre Cezai Termin Süresi olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra elde edilen kriterlerin önem ağırlığı altında müşteri sıralaması yapılmıştır. Yapılan bu sıralamada WASPAS yöntemine göre ilk 5 müşteri sırasıyla $M_2, M_{17}, M_{11}, M_9, M_{12}$ olurken, CoCoSo yönteminde $M_2, M_{13}, M_{12}, M_{11}, M_{14}$; DNMA yönteminde $M_6, M_{20}, M_{21}, M_{13}, M_{14}$; MAIRCA yönteminde $M_2, M_{13}, M_{12}, M_3, M_{11}$; TPOP yönteminde $M_2, M_{13}, M_{14}, M_9, M_{18}$ ve bütünleşik sıralamada $M_2, M_{13}, M_{12}, M_9, M_{14}$ müşterileri olmuştur. Üretim için yukarıdaki müşteri sıralamaları doğrultusunda talepler değerlendirilecek ve müşteri sıralamasına göre üretim önceliği oluşturulacaktır. Bütünleşik sıralama sonucunun MAIRCA ve CoCoSo yöntemleri ile benzer sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu sıralamalara göre üretim önceliği olan siparişler ortaya çıkarılmıştır.

Yönetim ve planlama departmanı için talep yönetiminde yol gösterici olması amaçlanan müşteri sıralamasının doğruluğu uzmanlar tarafından kontrol edilmiş ve bütünleşik sıralamanın talep yönetiminde kullanılmasına karar verilmiştir.

Çalışmanın bazı kısıtlamaları bulunmaktadır. Yöntem sayısının fazla olması ve hesaplamaların kompleks olması nedeniyle tüm “ α ” ve “ φ ” değerleri için alternatif sıralamaları belirlenememiştir. Uzmanların öngörüsüne göre belirlenen değerler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemlerde uzmanlar tarafından belirlenen her “ α ” ve “ φ ” değerine göre sıralama sonuçları değişecektir. Bu yönüyle çalışmaya esneklik kazandırılırken, farklı “ α ” ve “ φ ” değerleri kullanılarak duyarlılık analizleri ile çalışma geliştirilebilir.

Gelecekteki çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak çalışma geliştirilebilir. Ayrıca eksik ve belirsiz bilgi olması durumunda bulanık temelli çeşitli ÇKKV yöntemleri

kullanılarak müşteri sıralaması belirlenebilir. ÇKKV yöntemleri ile belirlenen sıralama değerleri matematiksel model içerisinde kullanılarak işletmenin farklı problemleri çözülebilir. Son olarak bu çalışma farklı sektörlerde uygulanabilir.



KAYNAKÇA

- Altıntaş, F. F., 2021. Avrupa Birliği Ülkelerinin Lojistik Performanslarının CRITIC Tabanlı WASPAS Ve COPRAS Teknikleri ile Analizi. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 25(1), 117-146.
- Arslan, R., 2018. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bütünleştirilmesi: Oecd Verileri Üzerine Bir Uygulama. Doktora Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Bairagi, B., Dey, B., Sarkar, B., Sanyal, S. K., 2015. A de novo multi-approaches multi-criteria decision making technique with an application in performance evaluation of material handling device. Computers and Industrial Engineering, 87(C), 267-282.
- Başkol, M., 2011. Tedarik Zincirinde Bilgi ve Talep Yönetimi OLAP Veri Analizi Modeli ile Uygulanması. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Bulğurcu, B., 2019. Çok Nitelikli Fayda Teorisi ile CRITIC Yöntem Entegrasyonu: Akıllı Teknoloji Tercih Örneği. OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 13(19), 1930-1957.
- Chakraborty, S., Zavadskas, E., Antucheviciene, J., 2015. Applications of waspas method as a multi-criteria decision-making tool. Economic computation and economic cybernetics studies and research, 49(1), 5-22.
- Çelikyay, S., 2002. Çok Amaçlı Savaş Uçağı Seçiminde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Das, M. C., Sarkar, B., & Ray, S., 2013. On the performance of Indian technical institutions: a combined SOWIA-MOORA approach. Opsearch, 50(3), 319-333.
- Demir, G., 2020. LBWA Method. Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri, Ed: Bircan, H. Nobel Yayınevi, Ankara, 137-158.
- Demircan, L., 2020. Performans Değerlendirme İçin Yetkinlik Analizi ve Bütünleşik Bulanık Bir Çok Kriterli Karar Verme Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- Demircioğlu, M. & Coşkun, İ. T., 2018. Critic-Moosra Yöntemi Ve Ups Seçimi Üzerine Bir Uygulama. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 27(1), 183-195.
- Demirkaya, H., 2000. Performans Ölçüm Rehberi. Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Ankara.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L., 1995. Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. Computers & Operations Research, 22(7), 763-770
- Dorfeshan, Y., Mousavi, S. M., Mohagheghi, V., Vahdani, B., 2018. Selecting project-critical path by a new interval type-2 fuzzy decision methodology based on MULTIMOORA, MOOSRA and TPOP methods. Computers and Industrial Engineering, 120(C), 160-168.
- Dündar S. , Bircan H. , Eleroğlu H., 2021. 2nd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, Gazimagusa, Kıbrıs (Kktc).

- Ecer, F., 2020. Çok Kriterli Karar Verme Geçmişten Günümüze Kapsamlı Bir Yaklaşım. Seçkin Yayıncılık, 375 s, Ankara.
- Ejder AYÇİN., 2020. Personel Seçim Sürecinde CRITIC ve MAIRCA Yöntemlerinin Kullanılması. İşletme, 1(1), 1-12.
- Erdogan H., Tosun N., 2021. Evaluation of Sustainable Supplier Problem: A Hybrid Decision Making Model Based on SWARA-WASPAS. LogForum, 17(4), 465-476.
- Ersöz, O.Ö., Türker A.K., 2016. Üretim Planlama ve Kontrolün Atölye Yüğü ile Eşzamanlı Gerçekleştirilmesi. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(5), 229-245
- Gençkaya, Ö. F., Gündoğdu, H. G. ve Aytakin, A., 2021. Büyükşehir Belediyeleri Web Sitelerinin Yönetişim İlkeleri Açısından Değerlendirilmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 16(3), 705-726.
- Güçlü, İ., 2017. Planlama Nedir? Endüstriyel Gelişim Makaleleri. https://www.optimumplanlama.com/planlama_nedir.html, (21.04.2022)
- Gümüş, C., 2014. Müşteri Memnuniyeti ve Müşteriyi Elde Tutmanın Müşteri Sadakatine Etkisi: Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Hristov, N., Pamučar, D., Amine, M. S. M. E., 2021. Application of a D Number based LBWA Model and an Interval MABAC Model in Selection of an Automatic Cannon for Integration into Combat Vehicles. Defence Science Journal, 71(1), 34-45.
- Kaçar, T., 2020. Üretim Planlama ve Kontrol Nedir? Mekteb-i Endüstri. <https://mektebiendustri.com/index.php/2020/11/09/uretim-planlama-ve-kontrol-nedir/>, (21.04.2022)
- Keskin, Z.B., Delice, E.K., 2022. Nesnel, Öznel ve Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması: COVID-19 Uygulaması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (34), 579-584
- Khan, S., & Haleem, A., 2021. Investigation of circular economy practices in the context of emerging economies: a CoCoSo approach. International Journal of Sustainable Engineering, 1-11.
- Kiracı, K. ve Bakır, M., 2019. CRITIC temelli EDAS yöntemi ile havayolu işletmelerinde performans ölçümü uygulaması. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (35), 157-1
- Koçoğlu, E., 2010. İşletmelerde Yöneticilerin Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanımı: Ankara İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kuru, A., 2012. Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar ve Uygulamaları. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Lai, H., Liao, H., 2021. A multi-criteria decision making method based on DNMA and CRITIC with linguistic D numbers for blockchain platform evaluation. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 101(1), 2411-2502.
- Lai, H., Liao, H., Šaparauskas, J., Banaitis, A., Ferreira, F. A. F., & Al-Barakati, A., 2020. Sustainable cloud service provider development by a Z-number-based DNMA method with Gini-coefficient-based weight determination. Sustainability, 12(8), 1-17.
- Liao, H., Wu, X., 2020. DNMA: A double normalization-based multiple aggregation method for multi-expert multi-criteria decision making. Omega, 94 (2020), Article 102058.

- Liao, H.C., Long, Y., Tang, M., Streimikiene, D., Lev, B., 2019. Early lung cancer screening using double normalization-based multi-aggregation (dnma) and delphi methods with hesitant fuzzy information. *Computers and Industrial Engineering*, 136(3), 453–463.
- Miç, P., Antmen, Z.F., 2021. A Decision-Making Model Based on TOPSIS, WASPAS, and MULTIMOORA Methods for University Location Selection Problem. *SAGE Open*, 11(3), 1-18.
- Nas, S. (2006). Gemi Operasyonlarının Yönetiminde Kaptanın Bireysel Karar Verme Süreci Analizi ve Bütünleşik Bir Model Uygulaması. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Orhan, M., 2013. Karar Alma Problemlerinde AHP’ nin Yeri ve Kalkınmışlık Kriterleriyle Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Öncü, M., Bayat, M., Kethüda, Ö., Zengin, E., 2015. Yenilik ve Müşteri Performansının Finansal Performans Üzerindeki Etkisi: Orta Ölçekli Sanayi İşletmelerinde Bir Araştırma. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B Dergisi*, 37(1), 149-164.
- Özbek, A., 2017. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü. Seçkin Yayıncılık, 359 s, Ankara.
- Özçil, H., 2020. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine Alternatif Bir Yöntem Önerisi: Bütünleştirici Referans Noktası Yaklaşımı. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Özdağoğlu, A., Ulutaş, A., & Keleş, M. K., 2020. The Ranking of Turkish universities with CoCoSo and MARCOS. *Economics Business and Organization Research*, 374-392.
- Özdemir, A.İ., 2004. Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0(23), 87-96.
- Öztel, A., 2016. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pamuçar, D., Deveci, M., Canitez, F. ve Lukovac, V., 2020. Selecting an Airport Ground Access Mode Using Novel Fuzzy LBWA-WASPAS-H Decision Making Model. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 93, 103703.
- Pamuçar, D., Görçün, Ö. F., 2022. Evaluation of the European container ports using a new hybrid fuzzy LBWA-CoCoSo'B techniques. *Expert Systems with Applications*, 203, 117463.
- Pamuçar, D., Tarle, S. P., & Parezanovic, P., 2018. Newhybrid multi-criteria decision-making DEMATEL-MAIRCA model: sustainable selection of a locationfor the development of multimodal logistics centre. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 31(1), 1641-1665.
- Pamuçar, D., Vasin, L. & Lukovac, V., 2014. Selection Of Railway Level Crossing For Investing in Security Equipment Using Hybrid Dematel-Marica Model. In *Proceeding of the XVI International Scientific-expert Conference on Railways, Railcon*, Niš, Serbia.
- Sarkar, S., & Sarkar, B., 2014. A new way to performance evaluation of technical institutions: VIKOR approach. *Proceeding of 2014 Global Sustainability Transitions: Impacts and Innovations*, New Delhi.
- Sreekumar, V., Rajmohan, M., 2019. Supply chain strategy decisions for sustainable development using an integrated multi-criteria decision-making approach. *Sustainable Development*, 27(1), 50-60.

- Tayalı, H. A., 2017. Tedarikçi Seçiminde WASPAS Yöntemi. *Asos Journal, The Journal of Academic Social Science*. 5(47), 368-380.
- Topal, A., 2021. Çok kriterli karar verme analizi ile elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi: Entropi tabanlı Cocoso yöntemi. *bmij* (2021), 9(2), 532-546.
- Topal, K., 2021. Ticari Paket Yazılım Üreten Orta Ölçekli Bir Yazılım Firmasında Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemi Kullanılarak Hizmet Kalitesinin Arttırılması ve Müşteri Memnuniyetinin Ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Torkayesh, A. E., Pamučar, D., Ecer, F., Chatterjee, P., 2021. An integrated BWM-LBWA-CoCoSo framework for evaluation of healthcare sectors in Eastern Europe. *Socio-Economic Planning Sciences*, 78, Article 101052.
- Uludağ, A.S., Doğan H., 2016. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Odaklı Bir Hizmet Kalitesi Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 17-47
- Ulutaş, A., 2019. SWARA ve MAIRCA Yöntemleri ile Catering Firması Seçimi. *Business And Management Studies: An International Journal*, 7(4), 1467-1479.
- Ulutaş, A., Karakuş, C. B., & Topal, A., 2020. Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(4), 4693-4709.
- Uslu, T., 2020. Savunma ve Havacılık Sanayisi için çok kriterli karar verme temelli yeni bir proses tipi hata türü ve etkileri analizi yaklaşımının geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Wu, X., Liao, H., 2019. Comparison Analysis between DNMA Method and Other MCDM Methods. *ICES Transactions on Neural and Fuzzy Computing*, 2(1), 4-10.
- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E. and Turskis, Z., 2019. A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems, *Management Decision*, 57(9), 2501-2519.
- Yazgan, A. E., 2022. Bütünleşik CRITIC ve EDAS Yöntemleri İle Türkiye'deki Büyükşehirlerin İhracat Performanslarının İncelenmesi. *Fiscaeconomia*, 6(2), 909-929.
- Yücenur, G. N., İpekçi, A., 2020. SWARA/WASPAS methods for a marine current energy plant location selection problem. *Renewable Energy*, 163(2021), 1287-1298.
- Yürek, A., 2020. Müşteri Siparişlerine Yönelik Üretim Planlama: Arslan Makine Uygulamalı Örnek. Yüksek Lisans Tezi, Altınbaş Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Zaher, H., Khalifa, H. A., & Mohamed, S., 2018. Grey Multi Criteria Decision Making Methods.
- Zaher, H., Khalifa, H. A., & Mohamed, S., 2018. On Rough Interval Multi Criteria Decision Making.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J. & Zakarevicius, A. 2012. Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment. *Elektronika ir elektrotechnika*, 122(6), 3-6.
- Žižović, M. ve Pamučar, D., 2019. New Model for Determining Criteria Weights: Level Based Weight Assessment (LBWA) Model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2(2), 1-20.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Elif BAYRAM
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Vali Erol Çakır Anadolu Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Çalıştığı Firmalar	