

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**TRAKTÖR İMALATI YAPAN BİR FİRMA DA TEDARİKÇİ
SEÇİMİNİN KEMIRA-M YÖNTEMİ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

MELİS TÜRKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA – 2021

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KALİTE MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**TRAKTÖR İMALATI YAPAN BİR FİRMADA TEDARİKÇİ
SEÇİMİNİN KEMIRA-M YÖNTEMİ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

MELİS TÜRKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŐMANI

DOÇ. DR. GÜLİN FERYAL CAN

ANKARA – 2021

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kalite Mühendisliği Anabilim Dalı Kalite Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Melis Türker tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 31/05/2021

Tez Adı: Traktör İmalatı Yapan Bir Firmada Tedarikçi Seçiminin KEMIRA-M Yöntemi İle Gerçekleştirilmesi

Tez Jüri Üyeleri

İmza

Doç Dr. Gülin Feryal Can, Başkent Üniversitesi

.....

Öğr. Üyesi Dr. Pelin Toktaş, Başkent Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Uğur Baç, Atılım Üniversitesi

.....

ONAY

Prof. Dr. FARUK ELALDI
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Tarih:

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih:

Öğrencinin Adı, Soyadı: Melis Türker

Öğrencinin Numarası: 21810388

Anabilim Dalı: Kalite Mühendisliği

Programı: Kallite Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı: Doç. Dr. Gülin Feryal Can

Tez Başlığı: Traktör İmalatı Yapan Bir Firmada Tedarikçi Seçiminin KEMIRA-M Yöntemi ile Gerçekleştirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam sayfalık kısmına ilişkin, ... / ... / tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %.....'dır. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih:

Doç. Dr. Gülin Feryal Can

ÖZET

Melis TÜRKER

TRAKTÖR İMALATI YAPAN BİR FİRMADA TEDARİKÇİ SEÇİMİNİN KEMIRA-M YÖNTEMİ İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kalite Mühendisliği Anabilim Dalı

2021

Ürün kalitesi; temin edilen hammadde, yarı mamul ve mamullerin kalite düzeylerine bağlıdır. Bu kapsamda, tedarikçi değerlendirmesinin yapılması ve en iyi tedarikçi/lerin belirlenmesi, üründe istenen kalite seviyesinin yakalanmasında oldukça etkilidir. Tedarikçi değerlendirmesi yapılırken, tedarikçi firmaların performansları belirli kriterler dikkate alınarak değerlendirilir. Değerlendirme süreci, temin edilen parçanın kritiklik derecesine ve olması beklenen özelliklerine göre şekillenir. Temin edilen parçanın kalitesi, üretim hattına girmeden, üretim hattında ve bitmiş üründe olacak şekilde, üç farklı noktada kontrol edilir. Parça kalitesinin değerlendirilmesinde farklı noktalarda dikkate alınan farklı kriterler, tedarikçinin değerlendirmesinde de önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle tedarikçi değerlendirmesi, birden fazla kriteri bünyesinde barındıran, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yapısına sahip bir süreçtir. ÇKKV, farklı alternatiflerin, birbiriyle ilişkili veya ilişkili olmayan birden fazla kritere göre değerlendirilmesine imkân sağlayarak, en iyi alternatifin seçilmesi ile sonuçlanır. Literatür incelendiğinde, tedarikçi değerlendirmeyi konu alan birçok çalışmada, farklı ÇKKV yöntemlerinden faydalandığı görülmektedir. Tez çalışmasında ise, yeni nesil ÇKKV yöntemlerinden birisi olan, Değiştirilmiş Kemeny Medyan Sıralama Uygunluğu (Modified Kemeny Median Indicator Ranks Accordance-KEMIRA-M) yöntemi kullanılarak, traktör imalatı yapan bir fabrikada tedarikçi değerlendirme çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında, daha önce KEMIRA-M yönteminin traktör imalatı yapan bir firma özelinde, tedarikçi değerlendirmesi amacıyla kullanılmadığı belirlenmiştir. Tez çalışmasında, KEMIRA-M yönteminin tercih edilmesinin birçok nedeni bulunmaktadır. Bu nedenlerden ilki, KEMIRA-M'nin hem nicel hem nitel kriterleri dikkate alabilmesi ve bu özelliğinin, tedarikçi değerlendirmesi için daha detaylı bir analiz imkânı sağlamasıdır. Bir diğeri, KEMIRA-M'de kriter sayısı açısından herhangi bir sınırlama olmamasıdır. Buna göre, tedarikçi değerlendirmesi kapsamında, çok

sayıda kriter analize katılabilmektedir. Ayrıca, KEMIRA-M, kriterlerin nicel ve nitel değerleriyle çalışırken aynı zamanda, karar vericilerin de kriter öncelikleri konusundaki düşüncelerini dikkate almaktadır. Özetle, KEMIRA-M ile hem objektif hem sübjektif değerlendirmeler bir arada yapılarak, en iyi tedarikçi belirlenebilmektedir. Tez çalışmasında, KEMIRA-M yönteminin traktör imalatı yapan bir firma için tedarikçi seçiminde kullanılması dışında, farklı tedarikçi değerlendirme kriterlerinin de analizde yer alması, çalışmanın getirdiği yeniliklerden bir diğeridir. Buna göre, gerçekleştirilen tez çalışmasının tedarikçi değerlendirme literatürüne ve traktör imalat süreci için, hem yönetsel olarak hem de dikkate alınan kriterler açısından katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Tedarikçi, Tedarikçi Değerlendirme, Çok Kriterli Karar Verme, KEMIRA-M.

ABSTRACT

Melis TÜRKER

**SUPPLIER SELECTION IN A TRACTOR MANUFACTURING COMPANY
USING KEMIRA-M METHOD**

Baskent University Institute of Science

Quality Engineering Department

2021

Product quality depends on the quality levels of the raw materials, semi-finished products and finished products. In this case, evaluating the supplier and determining the best supplier(s) are very effective in achieving the desired quality level in the product. While performing the supplier evaluation, the performance of the supplier companies is evaluated by considering certain criteria. The evaluation process is shaped according to the degree of criticality and the expected properties of the part supplied. The quality of the supplied part is checked at three different points; before entering the production line, in the production line and in the finished product. Different criteria considered at different points in the evaluation of the quality of the parts also play an important role in the supplier evaluation. For this reason, supplier evaluation is a process with a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) structure including more than one criteria. MCDM allows different alternatives to be evaluated for interrelated or unrelated multiple criteria and results in the selection of the best alternative. When the literature is examined, it is seen that different MCDM methods have been used in many studies in the field of supplier evaluation. In the thesis, a supplier evaluation study was carried out, in a factory that manufactures tractors using the Modified Kemeny Median Indicator Ranks Accordance (KEMIRA-M) method, which is one of the new MCDM methods. In the literature search, it was determined that the KEMIRA-M method was not used for supplier evaluation in a company manufactured tractors. There are many reasons why the KEMIRA-M method is preferred in the thesis study. The first of these reasons is that KEMIRA-M can take into account both quantitative and qualitative criteria and this feature provides a more detailed analysis opportunity for supplier evaluation. Another is that, there is no limitation in the number of criteria in KEMIRA-M. Accordingly, many criteria can be added to the analysis within the scope of supplier evaluation. In addition, KEMIRA-M, while working with the quantitative and qualitative values of the

criteria, also considers the opinions of decision makers on the criteria priorities. In summary, with KEMIRA-M, the best supplier can be determined by making both objective and subjective evaluations together. In the thesis, apart from use of KEMIRA-M method in choosing suppliers for a tractor manufacturing company, inclusion of different supplier evaluation criteria in the analysis, is also another innovation brought by the study. In this regard, it has been assessed that the conducted thesis study can contribute to the supplier evaluation literature and for tractor manufacturing process, both in terms of methodological and criteria to be taken into consideration.

KEYWORDS: Supplier, Supplier Evaluation, Multi Criteria Decision Making, KEMIRA-M.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLOLAR LİSTESİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Tedarikçi Değerlendirme Amacıyla Gerçekleştirilen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması.....	3
2.2. KEMIRA-M Yöntemiyle Gerçekleştirilen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması ..	13
3. KEMIRA-M YÖNTEMİ.....	16
3.1. Çok Kriterli Karar Verme.....	16
3.2. KEMIRA-M Yöntem Adımları.....	16
4. TRAKTÖR İMALATI YAPAN BİR FİRMADA TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN KEMIRA-M YÖNTEMİNİN UYGULANMASI.....	22
4.1. Firma Tanıtımı	22
4.2. Uygulama	22
5. SONUÇ	43

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Kriterler için karar vericiler tarafından belirlenen öncelikler	18
Tablo 4.1. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler.....	23
Tablo 4.2. Üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler	21
Tablo 4.3. Başlangıç karar matrisi	25
Tablo 4.4. Dönüştürülmüş başlangıç karar matrisi.....	25
Tablo 4.5. Normalize başlangıç karar matrisi	26
Tablo 4.6. Karar vericilerin kriter önceliklendirmeleri	26
Tablo 4.7. Karar vericilere ait kriterlerin öncelik sıralamaları.....	27
Tablo 4.8. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için olası ağırlıklar (2. Karar verici)30	30
Tablo 4.9. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için olası ağırlıklar (3. Karar verici)31	31
Tablo 4.10. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için olası ağırlıklar (5. Karar verici)32	32
Tablo 4.11. Üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için olası ağırlıklar (2. ve 4. Karar verici).....	33
Tablo 4.12. Tüm olası ağırlıklar için $F(X, Y)$ değerleri (Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için 2. Karar verici ve üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için 2. veya 4. Karar verici sıralamasına göre)	34
Tablo 4.13. Tüm olası ağırlıklar için $F(X, Y)$ değerleri (Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için 3. Karar verici ve üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için 2. veya 4. Karar verici sıralamasına göre).....	36
Tablo 4.14. Tüm olası ağırlıklar için $F(X, Y)$ değerleri (Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için 5. Karar verici ve üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için 2. veya 4. Karar verici sıralamasına göre).....	37
Tablo 4.15. Tedarikçi sıralamaları (Tablo 4.12.'e göre)	40
Tablo 4.16. Tedarikçi sıralamaları (Tablo 4.13.'e göre)	41
Tablo 4.17. Tedarikçi sıralamaları (Tablo 4.14.'e göre)	42

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
BCC	Banker Charnes Cooper
BWM	Best-Worst Method
CCR	Charnes Cooper Rhodes
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEA	Data Envelopment Analysis
DMPA	The Decision Making Process Algorithm
DVZ	
EDAS	Evaluation Based On Distance from Average Solution
ELECTRE	Elimination and Choice Expressing Reality
FA	Factor Analysis
FAHP	Fuzzy Analytic Hierarchy Process
FANP	Fuzzy Analytic Network Process
FIS	Fuzzy Inference System
FLQ	Fuzzy Linguistic Questionnaire
FTOPSIS	Fuzzy Technique for Order of Preference By Similarity to Ideal Solution
FUCOM	Full Consistency Method
F-TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
$F(X, Y)$	Ağırlıklı normalize değerler arasındaki mutlak fark
GP	Goal Programming
GRA	Gri İlişkisel Analiz
INS	Interval Neutrosophic Set-
IT2FS	Interval Type 2 Fuzzy Sets
IVHFS	Interval Valued-Hesitant Fuzzy Set
KEMIRA-M	Modified Kemeny Median Indicator Ranks Accordance
KDS	Karar Destek Sistemi
LPP	Linear Programming Problem
MABAC	Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison
MADM	Multi-attribute Decision Making
MARCOS	Measurement of Alternatives and Ranking according to Compromise Solution
MCB	Multiple Comparisions with The Best
MCGP	Multi-Choice Goal Programming
MOORA	Multi-Objective. Optimization by Ratio Analysis
MOORA-AS	Multi-Objective Optimization on The Basis Of Ratio Analysis to the Aspiration Level
MULTIMOORA	Multiple Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis Plus Full Multiplicative Form
OWA	Ordered Weighted Aggregation
QUALIFLEX	Qualitative Flexible
QFD	Quality Function Deployment
QPK	Six Sigma Quality Index
PCA	Principal Components Analysis
PCI	Process Yield Indices

PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
h_X^S	Her bir karar verici için birinci grup kriterlere ait öncelik matrisi ile diğer karar vericilerin aynı kriter grubu için oluşturulan öncelik matrisleri arasındaki fark
h_X	h_X^S Değerleri arasından en küçük olanı
h_Y^S	Her bir karar verici için ikinci grup kriterlere ait öncelik matrisi ile diğer karar vericilerin aynı kriter grubu için oluşturulan öncelik matrisleri arasındaki fark
h_Y	h_Y^S Değerleri arasından en küçük olanı
SAW	Simple Additive Weighting
R_k	Alternatifler
RF	Random Forest
SBM	Slacks-Based Measure
SVR	Support Vector Regression
SCOR	Supply Chain Operation Reference
SFDEA	Stochastic-Fuzzy DEA model
TODIM	Interactive and Multicriteria Decision Making
TBL	Triple Bottom Line
SWARA	Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
TOPSIS	Technique for Order of Preference By Similarity to Ideal Solution
KV_s	Karar Verici
VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
WGP	Weighted Goal Programming
W_x	X Kriter Değeri Ağırlığı
W_y	Y Kriter Değeri Ağırlığı
x_{w_x}	X Kriter Değeri İçin Ağırlıklı Ortalama
$x_a^{(k)*}$	Birinci grupta yer alan a . kriter için k . alternatifin normalize değer
$x_a^{(i)}$	i . alternatifin birinci grupta yer alan a . kriter için aldığı değeri
x_a	Birinci kriter grubu
$x_{max}^{(k)}$	Alternatiflere göre her bir birinci grup kriterinin en büyük değer
$x_{min}^{(k)}$	Alternatiflere göre her bir birinci grup kriterinin en küçük değer
y_{w_y}	Y Kriter Değeri İçin Ağırlıklı Ortalama
$y_b^{(c)*}$	İkinci grupta yer alan b . kriterin c . alternatif için normalize değer
$y_b^{(i)}$	i . alternatifin birinci grupta yer alan b . kriter için aldığı değeri
y_b	İkinci kriter grubu
$y_{max}^{(k)}$	Alternatiflere göre her bir ikinci grup kriterinin en büyük değer
$y_{min}^{(k)}$	Alternatiflere göre her bir ikinci grup kriterinin en küçük değer
$[D]$	Başlangıç Karar Matrisi
$(h_{a_t})^S$	Her bir karar verici için oluşturulan, birinci grup kriterlere ait öncelik matrisi
$(h_{b_u})^S$	Her bir karar verici için oluşturulan, ikinci grup kriterlere ait öncelik matrisi
$(x_a)_r^S$	s . Karar verici tarafından, birinci grupta yer alan, a . kriter için belirlenen öncelik sırası
$(y_b)_r^S$	s . Karar verici tarafından, ikinci grupta yer alan, b . kriter için belirlenen öncelik sırası

1. GİRİŞ

Bir ürünün kalitesi, kullanılan hammadde ve yarı mamulün kalite düzeyleri ile üretim süreçlerinin etkinliğine bağlıdır. Hammadde ve yarı mamul kalitesini etkileyen en önemli unsur tedarikçidir. Tedarikçi değerlendirmesi, temin edilen ürünün beklentiyi karşılayıp karşılamadığının belirlenmesidir. Kalite tanımına da bakıldığında, müşteri beklentisinin karşılanma seviyesi olarak ifade edildiği görülür. Birden fazla tedarikçinin olduğu bir ortamda, hangisinin daha iyi olduğunu belirlemek için, belirli kriterlerin dikkate alınması gereklidir. Tedarikçi değerlendirmesi yapılırken, ilgili firmanın genel izlenimi de önemsenmelidir. Bu izlenim, aynı tedarikçiden farklı türlerde parça temin ediliyorsa, yapılan genel değerlendirme sonucunda belirlenebilir.

Tedarikçi değerlendirme süreci göz önünde bulundurulduğunda, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yapısına uygun olduğu görülmektedir. ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır. ÇKKV yöntemleri, alternatifleri değerlendirirken kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmektir [1]. ÇKKV yöntemleri, somut veya soyut faktörlerin göz önüne alınarak, çok sayıda potansiyel seçenek içerisinde karar vericinin amaç/amaçlarını en çok tatmin edecek olanın seçilmesi üzerine kurulmuştur [2]. ÇKKV yöntemleri, alternatiflerin performans derecelerini en iyiden en kötüye sıralama sürecini gerektiren farklı karar alanlarında kullanılabilir. Literatürde tedarikçi değerlendirme kapsamında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalar incelendiğinde, araştırmacıların dikkate aldıkları kriterlerin değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Kalite, teslimat süresi, fiyat, servis süresi, müşteri ihtiyaçlarına duyarlılık ve birlikte çalışılan süre gibi çeşitli kriterler temel alınarak, tedarikçi değerlendirmesi yapılmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında, traktör imalatı yapan bir firmada tedarikçi değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Tedarikçi değerlendirmesi amacıyla, son dönemlerde popüler olan, ÇKKV yöntemlerinden, Değiştirilmiş Kemeny Medyan Sıralama Uygunluğu (Modified Kemeny Median Indicator Ranks Accordance-KEMIRA-M) yaklaşımından faydalanılmıştır. KEMIRA-M, Vilnius Gemidiminas Teknik Üniversitesi araştırmacılarından, Zavadskas, Kosareva, Dadelo ve Krylovas tarafından 2014 yılında geliştirilmiştir. Bu yöntem, kriter önem ağırlıklarını ve alternatiflerin sıralamalarını kendi prosedürü içerisinde belirleyebilmektedir [3]. Literatür incelendiğinde, traktör imalatı yapan bir firma için tedarikçi değerlendirmesinin KEMIRA-M yöntemi kullanılarak

gerçekleştirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda, gerçekleştirilen tez çalışması ile traktör imalat süreçleri üzerindeki tedarikçi etkisinin iyileştirilmesi açısından, en uygun tedarikçinin seçimi konusunda, yeni bir bakış açısı ortaya konmaktadır. KEMIRA-M yönteminin hem nitel hem nicel tedarikçi değerlendirme kriterlerini dikkate alabilmesi, kriter sayısında bir kısıtlama olmaması, uzman görüşlerinin de analizlere yansıtılması gibi özellikleri nedeni ile tez çalışmasında kullanılmasının faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada, traktör imalatı yapan bir fabrikanın üretim süreçlerinde kullanılan, döküm-dövme parçalarının, en büyük 10 tedarikçisi dikkate alınarak değerlendirilmiştir. İlgili 10 tedarikçi, tedarik edilen parça çeşitliliği kapsamında, en fazla, farklı türdeki parçanın tedarik edildiği firmalar arasından seçilmiştir. Traktör imalat süreci açısından tedarik edilen parça çeşitliliğine göre en fazla farklılık gösteren parçalar, döküm-dövme parçalardır. Buna göre, döküm-dövme parçalarının tedarik edildiği firmalar arasından da, en fazla sayıda farklı parçanın alındığı, ilk 10 tedarikçi değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Çalışmada, söz konusu tedarikçiler, tedarik edilen parça özelliklerine göre, belirlenen 12 kriter kapsamında önceliklendirilmiştir. Bu kriterler, KEMIRA-M prosedürüne uygun bir şekilde, üretimi direkt etkileyen ve üretimi direkt etkilemeyen kriterler olarak iki gruba ayrılmıştır.

Çalışmanın diğer bölümlerinin organizasyonu ise şu şekildedir: İkinci bölümde, tedarikçi değerlendirmeyi konu alan çalışmalara ve KEMIRA-M yönteminin kullanıldığı araştırmalara ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, ÇKKV hakkında bilgi verilmiş ve KEMIRA-M yönteminin uygulama basamakları anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, KEMIRA-M yönteminin uygulandığı, traktör firması hakkında bilgi verilmiş ve firmada tedarikçi değerlendirmesi için KEMIRA-M yönteminin uygulaması paylaşılmıştır. Beşinci bölümde, uygulama sonuçları ve uygulama sonuçlarına göre yapılabilecek iyileştirmelerden bahsedilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, literatürde tedarikçi değerlendirme amacıyla yapılan çalışmalara ve KEMIRA-M yöntemini kullanan araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Tedarikçi Değerlendirme Amacıyla Gerçekleştirilen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması

Literatürde farklı yöntemler kullanılarak; tedarikçi değerlendirmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu nedenle literatür araştırmasında, güncel çalışmalara ilişkin bilgi verilmesi amacıyla, 2016-2020 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmalar özetle incelenmiştir.

Winter and Lasch (2016) çalışmalarında, moda ve kıyafet endüstrisi için tedarikçi değerlendirmesinde, çevresel ve sosyal kriterleri dikkate alarak, Within-Case ve Cross-Case analizlerini kullanmışlardır [4].

Yousefi et. al (2016) çalışmalarında, tedarikçilerin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için Dinamik Veri Zarflama (Dynamic Data Envelopment Analysis-DEA) yöntemini kullanmışlar ve bu yöntemi, cam ve kapı üreticisi bir firmanın tedarikçi değerlendirme süreci için uygulamışlardır [5].

Çebi ve Otay (2016) çalışmalarında, bir içecek fabrikası için tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisi problemlerine yönelik, iki aşamalı bir bulanık yaklaşım geliştirmişlerdir. İlk aşamada, tedarikçileri değerlendirmek ve seçmek kapsamında, özneliği modelleyebilmek için bulanık MULTIMOORA kullanılmıştır. İkinci aşamada, seçilen tedarikçilere tahsis edilen sipariş miktarını hesaplamak amacıyla bulanık hedef programlama uygulanmıştır [6].

Černá and Buková (2016), tedarikçi kalitesinin değerlendirilmesi için prosedürler, yönergeler ve ilkeler oluşturmak kaydı ile bir sistem önerisinde bulunmuşlardır. Önerilen sistemin amacı, tedarik zinciri yönetiminin verimliliğini arttırmak ve uygulamanın yapıldığı lojistik firmasının tedarikçi kalitesi değerlendirme konusundaki ihtiyaçlarını karşılamaktır [7].

Luthra et al. (2016) tarafından, Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytical Hierarchy Proces-AHP), Çok kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmacı Çözüm yaklaşımı (ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje-VIKOR) entegrasyonu kullanılarak, sürdürülebilir tedarikçi seçimi için bir çerçeve önerilmiştir. Çalışmada, 22 sürdürülebilir tedarikçi seçim kriteri, üç ana boyut (ekonomik, çevresel ve sosyal) altında,

literatürden ve uzman görüşlerinden yararlanılarak tanımlanmış ve değerlendirmede dikkate alınmıştır. Önerilen yaklaşım, Hindistan'daki bir otomobil firması için uygulanarak, sonuçlar tartışılmıştır [8].

Ghorabae et al. (2017), tedarikçi değerlendirmesi ve sipariş tahsisi için hem çevresel hem de ekonomik faktörleri göz önünde bulunduran, yeni bir entegre model önermişlerdir. Çevresel kriterlere göre tedarikçilerin değerlendirilmesi için, Ortalama Çözüme Göre Değerlendirme (Evaluation Based On Distance from Average Solution-EDAS) yöntemini ve Aralıklı Tip-2 Bulanık Kümeler (Interval Type 2 Fuzzy Sets-IT2FS)'le birlikte kullanmışlardır. Bu değerlendirmeye göre, her tedarikçi için pozitif puan ve negatif puan olmak üzere iki parametre tanımlanmıştır. Bu parametreler, maliyet parametreleriyle birlikte, her tedarikçi için sipariş miktarının belirlenmesi kapsamında, çok amaçlı matematiksel model geliştirmek için kullanılmıştır [9].

Mousakhani et al. (2017), yeşil tedarikçi seçim problemleri için IT2FS ile grup karar verme yaklaşımına dayalı yeni bir model tanıtmışlardır. Karar vericilerin ağırlıkları ve uzmanların kriterlerin göreceli önemleri hakkındaki görüşleri dikkate alınarak, genişletilmiş IT2FS Technique for Order of Preference By Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) yöntemi uygulanmış ve IT2F Hamming'e göre, yeni bir sıralama indeksi sunulmuştur. Geliştirilen yaklaşım, bir batarya üreticisi firmada uygulanmıştır [10].

Wang et al. (2017), tedarikçilerin yeşil performansını ekonomik ve çevresel kriterleri dikkate alarak değerlendirmek için bulut modeli ve Nitel Esnek Çoklu Kriter yöntemi (Qualitative Flexible-QUALIFLEX) yaklaşımlarına dayalı, entegre bir ÇKKV modeli geliştirmişlerdir. Önerilen model, bir otomobil üreticisi için kullanılmıştır [11].

Seth et al. (2017) tarafından, rekabetçi koşulların inşaat sektöründeki tedarikçi değerlendirme süreci üzerindeki etkisini göstermek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, rekabet gücü ve tedarikçi profilinin, mevcut tedarik/pazar koşullarına dayalı tedarikçi değerlendirmesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür [12].

Prasad et al. (2017), tedarikçileri değerlendirmek ve bir firma için en iyi tedarikçiyi belirlemek amacıyla, Süper Verimlilik ve Çapraz Verimlilik (Super Efficiency and Cross Efficiency) yöntemlerini kullanmışlardır. Süper Verimlilik ve Çapraz Verimlilik puanları temelinde, yüksek performanslı tedarikçilerin listesi belirlenmiştir ve en iyi tedarikçiyi belirlemek için Gri İlişkisel Analiz (Grey Relational Analysis-GRA) metodolojisi benimsenmiştir [13].

Ghorabae et al. (2017), belirsiz bir ortamda tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi için uygulanan Çok Ölçütlü Karar Verme (Multi-attribute Decision Making-MADM)

yaklaşımlarını incelemişlerdir. Bu amaçla, hakemli dergilerde ve saygın konferanslarda yer alan makaleler ve ayrıca bazı kitap bölümleri de dahil olmak üzere, 2001-2016 dönemi için toplam, 339 yayını değerlendirmişlerdir. Bu yayınlar, birçok çevrimiçi veri tabanından çıkarılmış ve bazı kategoriler ve alt kategoriler halinde sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma, kullanılan MADM yaklaşımlarına, yaklaşımların sıklığına, ilgili çalışmaya olan atıf sayısına, çalışmanın yayın yılına, çalışmanın yapıldığı ülkeye ve çalışmanın yayınlandığı dergiye göre gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, AHP ve TOPSIS yöntemlerinin en popüler yaklaşımlar olduğu tespit edilmiştir [14].

Kant and Dalvi (2017), tedarikçi değerlendirme kriterlerinin önem seviyelerini belirlemek için otomobil sektöründe uygulanabilecek bir anket geliştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, geliştirilen araç/anketin, Hindistan'daki otomobil sektöründe yer alan, endüstriyel uygulayıcıların ve araştırmacıların, tedarikçi seçme ve değerlendirme karar vermelerine yardımcı olmak için bir araştırma aracı olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Bu çalışmada, tedarikçi değerlendirme kriterlerini (25) ve tedarikçi seçme faydalarını (25) beş puanlık Likert ölçeğinde değerlendirmek için bir anket oluşturulmuştur. Geliştirilen anketin normalliği, güvenilirliği ve geçerliliği, Hint otomobil endüstrisindeki, 34 endüstri uygulayıcısının yanıtları aracılığıyla değerlendirilmiştir [15].

Gitinavard et al. (2017), yeşil tedarikçi seçim problemlerinde belirsizliği modelleyebilmek için, Aralık Değerli Tereddütlü Bulanık Küme (Interval Valued-Hesitant Fuzzy Set - IVHFS)'ye dayanan genişletilmiş bir ELECTRE (IVHFS Extended ELECTRE IVHFSE-ELECTRE) yöntemi önermişlerdir. Bu yöntemde, her uzmanın ağırlığı, önerilen IVHFS-ELECTRE yönteminde dikkate alınmıştır. Ayrıca, her bir kriterin önemi, geliştirilen maksimize sapma yöntemi (maximizing deviation method) kullanılarak hesaplanmış, böylece veri kaybı önlenmiştir. Daha sonra, önerilen IVHFE-ELECTRE yöntemini doğrulamak için, otomobil imalat endüstrisinde aday tedarikçilerin değerlendirilmesi amacıyla bir örnek olay çalışması yapılmıştır [16].

Bali and Amin (2017), AHP ve Doğrusal Programlama Modelini (Linear Programming Problem-LPP) kullanarak, tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi için analitik bir yaklaşım önermişlerdir. Tedarikçi seçim süreci, birden çok kriterin ve bunlarla ilişkili çeşitli kısıtların değerlendirilmesini içermektedir. Çalışmada tedarikçiler, AHP kullanılarak performanslarına göre sıralandırılmış ve daha sonra, en iyi tedarikçilerin her birinden satın alınacak optimum miktarı belirlemek amacıyla LPP kullanılmıştır. Önerilen yaklaşım, bir otomobil parçası üreticisinde uygulanmıştır [17].

Wu et al. (2017), balık unu tedarikçilerinin değerlendirilmesi ve seçimi için bulanık bir karar verme ortamında, Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıklara dayalı olarak, VIKOR yaklaşımını uygulamışlardır. Bu çalışmada, dört Perulu, ana balık unu tedarikçisi on üç uzman tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada, uygun tedarikçi seçimi için nitel kriterlerin dikkate alınabilmesi amacıyla, bulanık entropi ağırlıklandırma yöntemi ile VIKOR yöntemi birlikte kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin, doğal okyanus kaynaklarındaki düşüş nedeniyle, satın alabilecekleri balık unu miktarlarında azalma konusunda endişeli oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle, işletmelerin ihtiyaç duydukları tedarik miktarını sağlamak için tedarikçileri ile uzun vadeli ilişkiler sürdürmeleri gerektiği ortaya çıkmıştır. Ağırlıklandırma sonuçlarına göre, ürün kalitesinde istikrar kriteri yedinci sırada yer almıştır. Bu durum, balık unu tedarikinin kontrol edilmesinin, su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisi için kalite gerekliliklerinden daha önemli olduğunu göstermektedir [18].

Cengiz vd. (2017), duvar, cephe kaplama ve çatı kaplama malzemeleri için tedarikçi seçimi amacıyla Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process-ANP) yöntemini uygulayarak, kriter ağırlıklarını belirlemişlerdir. Kriter ağırlıkları belirlenirken, inşaat sektöründen, üniversitelerden ve devlet kurumlarından uzmanların katılımıyla, kapsamlı bir anket çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, en iyi tedarikçiyi belirlemek için 10 ana kriter ve 3 tedarikçi alternatifi ile karar modeli oluşturulmuştur. Analizde Super Decision yazılımı kullanılmıştır [19].

Fua et al. (2018), hızlı tren imalat sürecinde, birlikte çalışılan tedarikçilerin performanslarını değerlendirmek amacıyla, çok aşamalı bir ÇKKV yaklaşımı önermişlerdir. İlk olarak, tedarikçi performans değerlendirme probleminde dikkate alınması gereken kriterleri belirlemişlerdir. Nicel ve nitel değerlendirmelerdeki belirsizlikleri tanımlamak ve problemi modellemek için güven dağılımları (belief distributions) benimsenmiştir. Nicel ve nitel bilgileri aynı anda bir araya getirmek için nicel veriler, güven dağılımlarına dönüştürülmüştür. Sonrasında, nicel ve nitel verileri birleştirmek için kurala dayalı bilgi dönüştürme tekniği (rule-based information transformation technique) kullanılmıştır. Önerilen ÇKKV yaklaşımı, Çin'in Jiangsu Eyaleti, Changzhou kentinde bulunan, bir hızlı tren imalat işletmesinde uygulanmıştır [20].

Li et al. (2018), tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi için Kaba Küme Teorisi (Rough Set Theory) ile TODIM (an acronym in Portuguese for Interactive and Multicriteria Decision Making) yöntemini birleştiren yeni bir yaklaşım kullanmışlardır. Geliştirilen yaklaşım, fotovoltaik modül üretimi yapan bir firmada uygulanmıştır [21].

Khan et al. (2018), tedarikçileri sürdürülebilirlik performanslarına göre değerlendirmek ve seçmek için yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Yeni yaklaşımda kriter ağırlıkları, Bulanık Shannon Entropi (Fuzzy-Shannon Entropy) yöntemi ile hesaplanmış, tedarikçi seçimi ise, bulanık-çıkarım yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Önerilen tedarikçilerin sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirme yaklaşımı, Pakistan'daki bir imalat şirketinde kullanılmıştır [22].

Santos et al. (2018), Brezilya mobilya endüstrisi için çevre dostu tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçilmesi amacıyla yeni bir yöntem önermişlerdir. Önerilen metodoloji, kriterleri ağırlıklandırmak ve en iyi çevresel performansa sahip tedarikçiyi seçmek için Bulanık Shannon Entropi-Bulanık TOPSIS (Fuzzy Shannon's Entropy-TOPSIS-F) entegrasyonunu içermektedir [23].

Demir vd. (2018), VIKOR tabanlı VIKORSORT adlı yeni bir yeşil tedarikçi sıralama metodolojisi önermişlerdir. Önerilen metodoloji ile bir elektrikli cihaz üretim firmasının tedarikçilerinin çevresel performanslarını değerlendirmişler ve bunları sınıflara ayırmışlardır [24].

Van et al. (2018), yeşil tedarikçi değerlendirme ve seçim sürecini desteklemek için yeni bir Kalite Fonksiyon Yayılımı (Quality Function Deployment-QFD) ve Aralıklı Nötrofik Küme (Interval Neutrosophic Set-INS) entegrasyonunu önermişlerdir. INS ile firma ihtiyaçlarını karşılamak için, satın alınan ürünün sahip olması gereken özelliklerin göreceli önemi belirlenmiş, tedarikçilerin sıralamaları ise, TOPSIS yöntemi ile tanımlanmıştır. Önerilen yöntemin etkinliğini göstermek için, bir lojistik firmasında uygulama yapılmıştır [25].

Wang et al. (2018), üretim maliyetini düşürmek, ürün kalitesini arttırmak, ürünü zamanında teslim etmek ve müşteri gereksinimlerine esnek bir şekilde yanıt vermek gibi, tedarikçi seçiminde etkili olan kriterleri Çok Kriterli Grup Karar Verme (Multi-criteria Group Decision Making-MCGDM) yöntemi ile değerlendirmişlerdir. İşletmenin karlılığını doğrudan etkileyen önemli kriterleri değerlendirmek ve sıralamak için Bulanık Analitik Ağ Süreci (Fuzzy Analytic Network Process-ANP) kullanılmıştır. Ardından, tedarikçileri sıralamak amacıyla Charnes Cooper Rhodes modeli (CCR modeli), Banker Charnes Cooper modeli (BCC modeli) ve gevşek değişkenlere dayalı etkinlik ölçüm modeli (Slacks-Based Measure-SBM) dahil olmak üzere, Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-DEA) modellerini önermişlerdir [26].

Wang et al. (2018), gaz ve petrol endüstrisinde tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi amacıyla AHP ve TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Her bir kriterin ağırlığı AHP ile belirlenmiş, TOPSIS kullanılarak, en iyi tedarikçi tanımlanmıştır [27].

Alkahtani et al. (2018), tedarikçi seçim problemi için AHP, Bulanık AHP (FAHP) ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Kullanılan yöntemler, karar sürecinde çeviklik, hesaplama karmaşıklığı, değerlendirilebilen kriter sayısı ve tedarikçi sayısı ve grup kararını desteklemede yeterlilik boyutlarına göre değerlendirilmiştir [28].

Lau et al. (2018), düşük olasılıklı gıda güvenliği başarısızlığı için, minimum eşiğe ulaşamayan taze gıda tedarikçilerini belirlemek, telafi edilemeyen gıda güvenliği alt kriterlerini değerlendirmek için Fuzzy AHP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerini, bir süpermarket zincirinin verilerini kullanarak uygulamışlardır [29].

KusiSarpong et al. (2018), optimal tedarikçi seçimi için bulanık küme teorisine dayanan, iki aşamalı bir karar modeli önererek, bir içecek fabrikasında uygulamışlardır. Model, hem niteliksel (karar vericilerin, önemli kriterler ve kriterler üzerindeki tedarikçi etkisi için sözel değerlendirmeleri) hem de niceliksel (tedarikçilerin talep teklifleri-Request-for-quote-RFQ) kriterlerini birleştirmekte ve dilsel değerlendirmeleri bulanık değerlendirmelere çevirmek için bulanık küme teorisini kullanmaktadır [30].

He and Zhang (2018), tedarikçi seçimi için Faktör Analizi (Factor Analysis-FA), DEA ve AHP yöntemlerini kullanarak, yeni bir entegre model sunmuşlardır. FA'yı, önceden seçilmiş 18 kriter arasından en önemlilerini ortaya çıkarmak için uygulamışlardır. AHP ile kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiş, DEA ile tedarikçiler sıralanmıştır. Uygulama, büyük bir sanayi kuruluşunun birlikte çalıştığı yedi çimento tedarikçisi kapsamında gerçekleştirilmiştir [31].

Zarbakhshnia and Jaghdani (2018), en iyi sürdürülebilir tedarikçiyi değerlendirmek ve seçmek için yeni bir, iki aşamalı DEA modeli önermişlerdir. Önerilen modelin geçerliliğini ve uygulanabilirliğini göstermek için plastik ambalaj bandı endüstrisinde kullanmışlardır [32].

Paunovic et al. (2018), teknoloji perspektifine dayalı bir bulut tedarikçisi değerlendirmesini modellemek için bulanık teknikler ile simülasyonu birleştiren bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (FAHP) ve bulut tedarikçisi değerlendirmesine dayalı iki aşamalı bulanık mantık modelini önermişlerdir. Geliştirdikleri modeli, bir paketleme fabrikasında uygulamışlardır [33].

Jemmali et al. (2018), tedarik zinciri yönetimi ve e-satın alma süreçlerinde, verilen tekliflerin farklı tedarikçiler tarafından değerlendirilmesi ve seçilmesinin kritik bir görev

olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple, sunulan teklifleri değerlendirmek için bir karar verme süreci algoritması (The decision making process algorithm- DMPA) sunmuşlardır. DMPA algoritmasının mantığında; her değişken, sunulan tüm teklifler arasından, bütçe ve ürün kullanılabilirliği gibi çeşitli kısıtlara dayalı olarak, en iyi teklifi seçmek için bir kriteri temsil etmektedir. Karar vericiler; birçok farklı teklife bağlı olarak, farklı gereksinimlerin dikkate alınmasıyla karar vermektedirler. Deneysel sonuçlar, DMPA modelinin önceden belirlenen tercihlere göre, farklı tedarikçiler tarafından sunulan teklifler arasından en uygun teklifi seçebildiğini göstermiştir [34].

Dobos and Vörösmarty (2018), yeşil tedarikçi seçimi için yeşil faktörlerin bir çıktı değişkeni ve yönetim faktörlerinin girdi değişkenleri olduğu bir DEA yöntemi sunmuşlardır [35].

Stević et al. (2019), Bosna Hersek'te bir poliklinikte, sürdürülebilir tedarikçi seçimi için Uzlaşma Çözümüne Göre Alternatiflerin Ölçülmesi ve Sıralaması (Measurement of Alternatives and Ranking according to Compromise Solution-MARCOS) yöntemini geliştirmişlerdir. Yeni yöntemin sonuçları ve doğrulanmasını, kapsamlı bir duyarlılık analizi ile yapmışlardır. Duyarlılık analizi kapsamında, farklı altı ÇKKV yöntemi ile karşılaştırma yapılmıştır [36].

Giannakis et al. (2019) ANP yöntemini kullanarak, tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi için sürdürülebilirlik performans ölçütlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, İngiltere ve Fransa'daki, 144 tedarik zinciri uzmanının katılımıyla gerçekleştirilen bir anket sonucunda toplanan verilerle, çeşitli sürdürülebilirlik ölçütleri arasındaki karşılıklı bağımlılıklar belirlenmiş ve bağımlılıklara dayanılarak ölçütlerin göreceli ağırlıkları hesaplanmıştır [37].

Tirkolae et al. (2019), tedarik zinciri tasarımında, sürdürülebilir tedarikçi seçimi amacıyla, kriterler ve alt kriterler arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve sıralanması için Bulanık ANP (FANP) yöntemini, ana kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için Bulanık Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarını (F-DEMATEL) ve tedarikçileri önceliklendirmek için TOPSIS metodunu uygulamışlardır. Tedarikçilerin önceliklendirilmesi sonucu elde edilen sıralama ağırlıkları, önerilen tedarik zincirini optimize etmek için tasarlanmış, üç hedefli bir modelin girdisi olarak, Ağırlıklı Hedef Programlama (Weighted Goal Programming-WGP) modelinde kullanılmıştır. Hedefler; zincirin toplam maliyetini en aza indirmek, tedarikçilerin önceliklerini dikkate alarak ürünlerin ağırlıklı değerini maksimize etmek ve tedarik zincirinin güvenilirliğini en üst düzeye çıkarmaktır [38].

Wong (2019), tedarikçi portföyünün ve sipariş dağılımının optimize edilmesi için bulanık hedef programlama modelini kullanmışlardır [39].

Negash et al. (2019), Proses Verim Endeksini (Process Yield Indices–PCI) kullanarak, ürün kalitesini ölçmek için yeni bir yaklaşım geliştirmeyi amaçlamışlardır. En iyi ve fark testi istatistikleriyle çoklu karşılaştırmalar sunmuş ve Bonferroni doğrulama yönteminden faydalanmışlardır. Çalışmada, tedarikçileri değerlendirmek için kantitatif kalite değerlendirme ve seçim prosedürleri benimsenmiştir. En İyi ile Birden Çok Karşılaştırma (Multiple Comparisons with The Best-MCB) yaklaşımı, en iyi tedarikçi ile diğer tedarikçilerin Proses Verim Endeksleri arasındaki farkın güven aralığını belirlemek için uygulanmıştır. Önerilen yaklaşıma göre, PCI ne kadar yüksekse, ilgili tedarikçi o kadar iyidir [40].

Davoudabadi et al. (2019), esnek tedarikçi değerlendirmesi amacıyla kritik faktörlerin tanımlanması için Temel Bileşenler Analizini (Principal Components Analysis-PCA) uygulamışlardır. Ayrıca kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve tedarikçilerin sıralanması için sırasıyla, Entropi ve DEA yöntemlerini kullanmışlardır [41].

Bai et al. (2019), sosyal açıdan sürdürülebilir tedarikçileri değerlendirmek ve seçmek için Gri En İyi-En Kötü (Gray Best-Worst Method-BWM-Gray BWM) yöntemini ve Gri-TODIM (Gray TODIM) yöntemini entegre etmişlerdir. Sosyal sürdürülebilirlik kriterlerinin ağırlıklarını belirlemek için Gri-BWM yaklaşımı kullanılmış ve tedarikçileri sıralamak için Gri-TODIM yönteminden faydalanarak, İran’da bir imalat firmasında uygulamışlardır [42].

Tavassoli et al. (2019), tedarikçilerin performans değerlendirmesi ve sıralaması için Stokastik Bulanık Veri Zarflama Analizi (SFDEA-Stochastic-Fuzzy DEA model) modelini önermişlerdir. Önerilen SFDEA modeli, her bir $\alpha \in [0,1]$ için α cut metodu kullanılarak çözülmüştür. Bu model, tedarik zinciri yönetiminde tedarikçinin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için esnek bir yaklaşım sunan ilk çalışmadır [43].

Chai and Ngai (2019), 2013-2018 yılları arasında yayınlanan, farklı karar verme tekniklerinin kullanıldığı makaleleri gözden geçirerek son gelişmeleri yorumlamışlardır [44].

Shishodiaa et al. (2019), proje odaklı tedarik zincirlerindeki tedarikçilerin, esneklik kapasitesini değerlendirmek için Sıralı Ağırlıklandırılmış Birleştirme (Ordered Weighted Aggregation-OWA) operatörünü kullanmışlar ve Bulanık Dilsel Anket (Fuzzy Linguistic Questionnaire-FLQ) yöntemlerini uygulamışlardır [45].

Liua et al. (2019) Üçlü Alt Çizgi (Triple Bottom Line -TBL)’ye göre tedarikçilerin sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS

tekniklerini kullanmışlardır. TBL, aynı anda üç sürdürülebilirlik alanında en azından temel seviyeye ulaşabilecek şekilde gelişimin sağlanmasını, aksi takdirde istenen düzeyde çevresel, sosyal ekonomik sürdürülebilirliğin ayrı ayrı sağlanabilmesinin mümkün olmadığını vurgulamaktadır. TBL konsepti, tedarikçi değerlendirme kapsamında geleneksel ekonomik ölçütlere, sosyal ve çevresel boyutlarını ekleyerek, performansı ölçmek için genişletilmiş bir temel sunmaktadır [46].

Liou et al. (2019), karar vericilerin yeşil tedarikçileri objektif olarak seçmelerine yardımcı olmak için geçmiş verilerden türetilen, potansiyel kalıpları kullanan, veri odaklı bir MADM modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen model, Random Forest (RF) algoritmasını ve Multi-Objective Optimization on The Basis Of Ratio Analysis to the Aspiration Level (MOORA-AS) metotlarını içermektedir [47].

Jain and Singh (2019), demir-çelik üretiminde sürdürülebilir tedarikçi seçimi için Bulanık Kano Modeli (Fuzzy Cano Model) ve Bulanık Çıkarım Modelini (Fuzzy Inference System-FIS) önermişlerdir [48].

Gao et al. (2019), elektronik üretimi için en iyi yeşil tedarikçinin seçimini sağlamak amacıyla, Grup Fikir Birliği (Group consensus decision making) metotunu kullanmışlardır. İlk olarak, karar vericilerin her bir kritere göre ele alınan alternatifler arasındaki tercihleri, ikili karşılaştırma yöntemiyle ortaya çıkarılmıştır. İkinci olarak, yeni bir tutarlılık ölçüsü tanımlanmış ve ilişkili bir algoritma sunulmuştur. Son olarak, önerilen grup fikir birliğine dayalı karar verme çerçevesinin uygulanmasını göstermek için, yeşil tedarikçinin seçilmesine ilişkin elektronik üretiminde bir vaka çalışması gerçekleştirilmiştir [49].

Tong et al. (2019), kimya endüstrisindeki ekipman bakım tedarikçilerini seçmek ve değerlendirmek için bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak uygulamışlardır [50].

Xu et al. (2019), bir imalat firması için en uygun çevreci tedarikçiyi seçmek amacıyla, Çok Nitelikli Sınır Yaklaşım Alanı Karşılaştırması (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison-MABAC) yöntemini kullanmışlardır. Önerilen yaklaşım, otomobil endüstrisinde uygulanmıştır. [51].

Laosirihongthong et al. (2019), FAHP metodunu kullanarak, bir çimento üretim fabrikası için tedarikçi seçimini gerçekleştirmişlerdir. [52].

Wang et al. (2019), bulanık ortam koşullarında, rüzgâr türbini tedarikçi seçim süreci için FANP ve FTOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır [53].

Wang et al. (2019), sürdürülebilirlik hususlarını dikkate alarak, hazır giyim endüstrisi için tedarikçi değerlendirme ve seçim sürecini kolaylaştırmak amacıyla, FAHP ve FTOPSIS yöntemlerini uygulamışlardır [54].

Noorizadeh et al. (2019), inşaat sektöründe proje bazlı tedarikçi değerlendirmesi için DEA yöntemini kullanmışlardır [55].

Kaviani et al. (2019), petrol ve gaz endüstrisinde tedarikçi seçimi için Gri-EDAS (Grey EDAS) yöntemini kullanmışlardır [56].

Hou and Xie (2019), kararsız bulanık kümelerle, DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerini birleştirerek, tedarikçi değerlendirmesi için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Yeşil tedarikçileri, geliştirilmiş TOPSIS yöntemiyle sıralamak için, göreceli yakınlığı hesaplamış ve Basit Toplam Ağırlıklandırma (Simple Additive Weighting-SAW) yönteminin sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır [57].

Cheng et al. (2020), Destek Vektör Regresyonuna (Support Vector Regression-SVR) dayalı akıllı bir tedarikçi değerlendirme modeli önermişlerdir. Tedarikçi değerlendirmesi için önerilen akıllı modelin geliştirilmesi sürecinde, iki yöntem kullanmışlardır. Manuel etiket yerine, her tedarikçinin etiketini elde etmek için entegre ÇKKV uygulamışlardır. Daha sonra, elde edilen etiketleri SVR'yi oluşturmak için kullanmışlardır. Kernel fonksiyonu, ceza parametresi C ve tolere edilebilir sapma olarak; üç kritik SVR parametresini, önceden bilgi olmadan belirlemek için genetik programlamayı (Genetic Programming-GP) benimsemişlerdir. Önerilen akıllı modelin performansını, ticari olarak temin edilebilen ARCTIC firmasındaki veri seti ile değerlendirmişlerdir [58].

Hasan et al. (2020), lojistik 4.0 ortamında, esnek bir şekilde tedarikçileri sıralamak için bir Karar Destek Sistemi (KDS) geliştirmişlerdir. Nitel verileri haritalamak için bulanık değişkenleri kullanmışlardır. Sonrasında, alternatif tedarikçilerin sıralama puanını oluşturmak amacıyla FTOPSIS yöntemini benimsemişlerdir. Bu sıralama puanlarını, ilgili tedarikçiler için optimum sipariş tahsisini belirlemek amacıyla, Çoktan Seçmeli Hedef Programlama (Multi-Choice Goal Programming-MCGP) modelinde girdi olarak kullanmışlardır. Son olarak, duyarlılık analizi yaparak, ilgili maliyet ve esneklik öznitelikleri için farklı öncelikler belirlendiğinde, Tedarikçinin Maliyete karşı Dayanıklılık Endeksinin (Suppliers Cost versus Resilience Index-SCRI) nasıl değiştiğini değerlendirmişlerdir [59].

Chen et al. (2020), proses kalite değerlendirmesine dayalı olarak, üreticiler için bir tedarikçi seçim modeli önermişlerdir. Öncelikle, prosesin kalite seviyesini uygun bir şekilde ölçmek adına değerlendirme aracı olarak, Altı Sigma Kalite İndeksi (Altı Sigma Kalite İndeksi - Six Sigma Quality Index-QPK)'ni benimsemişlerdir. Toplanan verilerde belirsizliğin olması nedeniyle Bulanık QPK'yı önererek; dışı üretim fabrikasında kullanmışlardır [60].

Wang et al. (2020), petrol endüstrisindeki en uygun tedarikçiyi değerlendirmek ve seçmek için Tedarik Zinciri Operasyon Referansı (Supply Chain Operation Reference-SCOR) modeli, AHP ve DEA yöntemini içeren bir ÇKKV modeli önermişlerdir. Potansiyel tedarikçileri değerlendirmek için kullanılan kriterler SCOR modeli ile belirlenmiş, tüm kriterlerin ağırlığı bir uzman görüşü ile AHP tarafından hesaplanmış ve son aşamada, tedarikçiler DEA ile sıralanmıştır [61].

Yazdani et al. (2020), sürdürülebilir kalkınma hedeflerini dikkate alan bir kamu ihale sistemindeki tedarikçi seçimi için DEMATEL, BWM ve EDAS yöntemlerinden oluşan entegre bir karar verme modeli önermişlerdir [62].

Vörösmarty and Dobos (2020), 2009 ve 2018 yılları arasında yayınlanan, DEA kullanılarak tedarikçi seçimi ve değerlendirmesini içeren makaleler hakkındaki bulguları özetlemişlerdir [63].

Lau et al. (2020), giderek genişleyen organik gıda ürünleri yelpazesiyile, Hong Kong'daki küçük ölçekli bir süpermarket zinciri için FAHP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerini tedarikçi seçiminde kullanmışlardır [64].

Najafi et al. (2020), Aşamalı Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis-SWARA) ve BWM'yi kullanarak, iki yöntemle ortaya çıkan kriter ağırlıklarını değerlendirmişlerdir. Ayrıca, kriterlerin ilişkilerini ve bunların birbirleri üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini incelemek için DEMATEL yöntemini uygulamışlardır. Bu yöntemlerle elde edilen sonuçları optimize etmek ve birleştirmek için oyun teorisinden faydalanarak, homojen olmayan bilgilerin ve girdi verilerindeki belirsizliğin üstesinden gelmek için Dempster-Shafer teorisini uygulamışlardır. Önerilen yaklaşım, bir döküm fabrikasında kullanılmıştır [65].

Segura et al. (2020), bir süpermarket zincirinin çalıştığı taze meyve tedarikçilerinin değerlendirilmesinde, Çok Özellikli Fayda Teorisi (Multi Attribute Utility Theory-MAUT)'ni ve Zenginleştirme Değerlendirmesi için Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi (PROMETHEE)'ni kullanarak çok kriterli hibrit bir yaklaşım önermişlerdir [66].

2.2. KEMIRA-M Yöntemiyle Gerçekleştirilen Çalışmalara İlişkin Literatür Taraması

Literatür araştırmasında da görüldüğü gibi, tedarikçi değerlendirme kapsamında farklı yöntemler kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda çoğunlukla ÇKKV yöntemlerinden faydalandığı görülmüştür. ÇKKV yöntemlerinden biri olan, KEMIRA-M ile ilgili yapılan çalışmalar ise, aşağıda yer almaktadır.

Arslan ve Delice (2020) tarafından, dron seçimi yapabilmek için KEMIRA-M yöntemi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, altı farklı dron alternatifi ele alınmış ve bu alternatifler kamera, kontrol mesafesi, uçuş süresi, ağırlık, fiyat, estetik, kullanılabilirlik olmak üzere yedi farklı iç ve dış kritere göre, beş karar verici tarafından değerlendirilmiştir [67].

Krylovas et al. (2016), Vilnius kentinde, tehlikeli olmayan atıkları yakarak yok etmeye yönelik kurulacak tesisin yer seçimi amacıyla, KEMIRA-M yöntemini önermişlerdir. En uygun tesisi belirlerken bu çalışmada; yedi kriter, yedi alternatif ve beş uzman görüşüne yer verilmiştir [68].

Toktaş ve Can (2019), Ankara'da bulunan dokuz alışveriş merkezini, evrensel tasarım prensipleri açısından kullanılabilirlik düzeyleri kapsamında sıralamak için stokastik AHP temelli KEMIRA-M yaklaşımı önermişlerdir. Stokastik AHP yöntemi, KEMIRA-M'nin ağırlıklandırma prosedüründe kullanılmıştır [69].

Sarıçalı ve Kundakçı (2017), bir tekstil işletmesinde kullanılabilir forklift seçeneklerini değerlendirerek, en uygun olanın belirlenmesinde KEMIRA-M yöntemini kullanmışlardır [70].

Kış vd. (2020), KEMIRA-M'yi kullanarak, bir elektrik dağıtım şirketi için depo yeri seçimi yapmışlardır [71].

Toktaş ve Can (2018), şantiyelerin iş sağlığı ve güvenliği açısından risk düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, KEMIRA-M ve QFD yöntemlerini entegre ederek, şantiyeleri risk düzeyleri açısından sıralamışlardır [72].

Sarıçalı ve Kundakçı (2019), bir mermer işletmesinde ihtiyaç duyulan kesme makinesinin seçilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, KEMIRA-M ve COPRAS yöntemlerine dayalı bütünlük bir yaklaşım önermişlerdir. KEMIRA-M yöntemi ile kriter ağırlıkları elde edilmiş ve COPRAS yöntemi ile en uygun makine seçimi yapılmıştır [73].

Delice ve Can (2020), hangi işçinin en yüksek ergonomik risk seviyesine sahip olduğunu belirlemek için, manuel kaldırma görevleri kapsamında yeni bir, üç aşamalı ergonomik risk değerlendirme yaklaşımı önermişlerdir. İlk aşamada, iki set halinde ergonomik risk kriterlerinin ağırlıklandırılması için KEMIRA-M ve yeni, iki boyutlu BWM entegrasyonu önermişlerdir. İkinci aşamada, Çok Amaçlı Oran Analizi ile Optimizasyon (Multi Objective Optimization by Ratio Analysis - MOORA) oran yöntemi, MOORA referans noktası ve karmaşık orantılı değerlendirme yöntemleri kullanılarak, çalışanların sıralamaları elde edilmiştir [74].

Krylovas et al. (2017), Entropy-KEMIRA yaklaşımını personel seçimi amacıyla kullanmışlardır. Yöntem ilk kez, üç grup kriter kapsamında uygulanmıştır. Ağırlıkları, optimizasyon problemini çözmek için her üç kritere göre "en iyi" olan elemanların sayısını maksimize ederek ve kararsız elemanların sayısını en aza indirerek hesaplamışlardır [75].

Arslan (2020), çalışmasında HTEA tabanlı Tam Tutarlılık Yöntemi (Full Consistency Method-FUCOM) ve KEMIRA-M yaklaşımının uygulanması esasına dayanarak acil servislerde risk değerlendirilmesinin sağlanması için alınması gereken önlemleri sıralamıştır [76].

Literatür araştırmasında çalışmalar incelendiğinde KEMIRA-M yöntemini kullanan çalışmaların az sayıda olduğu görülmüştür. Söz konusu yayınlar incelendiğinde, KEMIRA-M yönteminin farklı karar problemleri için kullanıldığı ve traktör imalatı süreci için tedarikçi değerlendirme amacıyla KEMIRA-M yönteminden faydalanılmadığı belirlenmiştir.

3. KEMIRA-M YÖNTEMİ

3.1. Çok Kriterli Karar Verme

ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda karar verme süreçlerine yardımcı olunması amacıyla geliştirilmeye başlanmıştır [1]. ÇKKV tanımından da anlaşılacağı üzere, birden fazla kriterin değerlendirilerek, alternatiflerin sıralanmasını ve en uygun olanının seçilmesini amaçlamaktadır [77]. ÇKKV yöntemleri, alternatif ve kriter sayısının birden fazla olduğu durumlarda, karar verme sürecini kontrol altında tutabilmek için kullanılmaktadır [2].

Günlük hayatın her alanında karar verme eylemi gerçekleştirilmektedir. Bu eylem, bazen anlık durumlar için bazen de daha ciddi durumlar için yapılmaktadır. İşletmelerde de tedarikçi seçimi, yarı mamul seçimi, personel seçimi, ürün seçimi gibi, karar vermeyi gerektiren süreçler yaşanmaktadır. Bu seçimler yapılırken, çok iyi analiz edilerek sonuca ulaşılması gerekmektedir. Buna göre ÇKKV, alternatiflerin farklı kriterlere göre doğru bir şekilde analiz edilmesi sonucu, en iyi karara oldukça kısa sürede ulaşmayı sağlamaktadır. Problemin çözümüne göre kullanılacak ÇKKV yöntemi değişkenlik göstermektedir.

ÇKKV yöntemleri, çok amaçlı ve çok nitelikli olmak üzere 2 gruba ayrılır. Çok Nitelikli Karar Vermede, seçenekler kümesi kesikli elemanlardan oluşmakta ve sonludur. Çok Amaçlı Karar Vermede ise, elemanlar sürekli ve sonsuz sayıdadır. Çok Amaçlı Karar Verme yöntemi de kendi içerisinde, karar vericiden bilgi istemeyenler, karar vericiden ön bilgi isteyenler, karar vericiden etkileşimli olarak bilgi isteyenler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Çok Nitelikli Karar Verme yöntemleri de değer/fayda temelli yöntemler, üstünlük yöntemleri ve diğer basit yöntemler olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır.

ÇKKV yöntemleri kapsamında literatür taraması yapıldığında, problemin çözümü ve kullanıldığı alana göre değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu yöntemlerin her biri, alternatif seçimi açısından kendine özel çözüm prosedürlerine sahiptirler.

3.2. KEMIRA-M Uygulama Adımları

Yeni nesil bir ÇKKV yöntemi olan, KEMIRA-M yaklaşımının uygulama adımları aşağıda yer almaktadır [71, 75].

Birinci Adım: Karar verici grup oluşturulur, kriterler ve alternatifler belirlenir.

Problemin konusuna göre uzman kişilerden oluşacak karar verici grup oluşturulur ve KV_s ; $s = 1, 2, \dots, S$ olarak gösterilir. Kriterler, yapısal benzerliklerine göre iki gruba ayrılır. Bu ayrım, birinci kriter grubu x_a ; $a = 1, 2, \dots, t, \dots, A$ ve ikinci kriter grubu y_b ; $b = 1, 2, \dots, u, \dots, B$ şeklinde yapılabilir. Kriter grupları dikkate alınarak değerlendirilen alternatifler ise, R_k ; $k = 1, 2, \dots, K$ olarak gösterilir.

İkinci Adım: Başlangıç karar matrisi oluşturulur.

Eşitlik (3.1)'de verilen başlangıç karar matrisi, $[D]$ olarak gösterilir ve alternatiflerin, her iki grupta yer alan kriterlere göre aldıkları değerleri gösterir.

$$[D] = \begin{bmatrix} x_1^{(1)} & \dots & x_a^{(1)} & \dots & x_A^{(1)} & y_1^{(1)} & \dots & y_b^{(1)} & \dots & y_B^{(1)} \\ x_1^{(k)} & \dots & x_a^{(k)} & \dots & x_A^{(k)} & y_1^{(b)} & \dots & y_b^{(b)} & \dots & y_B^{(b)} \\ x_1^{(K)} & \dots & x_a^{(K)} & \dots & x_A^{(K)} & y_1^{(K)} & \dots & y_b^{(K)} & \dots & y_B^{(K)} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Burada ;

$x_a^{(k)}$; k . alternatifin, birinci grupta yer alan a . ($a = 1, \dots, A$) kriter için aldığı değeri,

$y_b^{(k)}$; k . alternatifin, ikinci grupta yer alan b . ($b = 1, \dots, B$) kriter için aldığı değeri ifade etmektedir.

Üçüncü Adım: Maliyet türü kriterlerin hepsi fayda türü kritere dönüştürülür.

Fayda türü kriterlerin değerlerinin daima yüksek olması istenirken, maliyet türü kriterlere ait değerlerin düşük olması istenir. $x_a^{(k)}$, maliyet türü bir kriter ise, $\frac{1}{x_a^{(k)}}$ şekline dönüştürülerek, fayda türü bir kriter haline getirilir. Aynı dönüşüm, ikinci kriter grubu için de uygulanır.

Dördüncü Adım: Başlangıç karar matrisi normalize edilir.

$[D]$, Eşitlik (3.2) kullanılarak normalize edilir.

$$x_a^{(k)*} = \frac{x_a^{(k)} - x_{min}^{(k)}}{x_{max}^{(k)} - x_{min}^{(k)}}, \quad y_b^{(k)*} = \frac{y_b^{(k)} - y_{min}^{(k)}}{y_{max}^{(k)} - y_{min}^{(k)}} \quad (3.2)$$

Burada;

$x_a^{(k)*}$; Birinci grupta yer alan k . alternatifin, a . kriter için normalize değerini,

$y_b^{(k)*}$; İkinci grupta yer alan k . alternatifin, b . kriter için normalize değerini,

$x_{max}^{(k)}, x_{min}^{(k)}$; Tüm alternatifler için birinci grupta yer alan ilgili kriterin sırasıyla, en büyük ve küçük değerlerini,

$y_{max}^{(k)}, y_{min}^{(k)}$; Tüm alternatifler için ikinci grup yer alan ilgili kriterin en büyük ve küçük değerlerini göstermektedir.

Beşinci Adım: Her bir karar verici için kriter öncelikleri belirlenir.

Her karar verici birbirinden bağımsız şekilde, iki grupta bulunan kriterleri kendi içlerinde ayrı ayrı önceliklendirmektedir. Kriter önceliği olarak “1” atanan herhangi bir kriterin, aynı grupta bulunan diğer kriterlere göre öncelikli olduğu anlaşılmaktadır. Her bir karar verici tarafından belirlenen öncelikler, Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Kriterler için karar vericiler tarafından belirlenen öncelikler

KV_s	x_1	...	x_a	...	x_A	y_1	...	y_b	...	y_B
KV_1	$(x_1)_r^1$	...	$(x_a)_r^1$	...	$(x_A)_r^1$	$(y_1)_r^1$	...	$(y_b)_r^1$	...	$(y_B)_r^1$
...
KV_s	$(x_1)_r^s$	...	$(x_a)_r^s$	...	$(x_A)_r^s$	$(y_1)_r^s$	...	$(y_b)_r^s$	...	$(y_B)_r^s$
...
KV_s	$(x_1)_r^s$	...	$(x_i)_r^s$	...	$(x_A)_r^s$	$(y_1)_r^s$	...	$(y_j)_r^s$	...	$(y_B)_r^s$

Burada;

$(x_a)_r^s$: s. Karar verici tarafından, birinci grupta olan, a. kriter için belirlenen öncelik sırasını,
 $(y_b)_r^s$: s. Karar verici tarafından, ikinci grupta olan, b. kriter için belirlenen öncelik sırasını göstermektedir. $(x_a)_r^s \in \{1,2, \dots, A\}$ ve $(y_b)_r^s \in \{1,2, \dots, B\}$ olarak ifade edilir.

Altıncı Adım: Her bir karar verici için öncelik matrisleri oluşturulur.

Beşinci adımda, her bir uzman için belirlenen kriterlerin öncelik sırası kullanılarak; birinci grup kriterler için; $x_{(1)}^s > x_{(2)}^s > \dots > x_{(a)}^s > \dots > x_{(m)}^s$, ikinci grup kriterler için; $y_{(1)}^s > y_{(2)}^s > \dots > y_{(b)}^s > \dots > y_{(n)}^s$ şeklinde sıralamalar elde edilir.

$x_{(a)}^s$ ve $y_{(b)}^s$ s. karar verici için sırasıyla, birinci ve ikinci grupta a. ve b. sırada yer alan kriterleri belirtmektedir. Her bir uzmana ait öncelik matrisi; birinci grup kriterler için $[H_X^s]_{A \times A}$, ikinci grup kriterler için $[H_Y^s]_{B \times B}$ şeklinde tanımlanır. Bu matrislerin elemanları sırasıyla, $(h_{a_t})^s$ ve $(h_{b_u})^s$ şeklinde tanımlanır. $[H_X^s]_{A \times A}$ ve $[H_Y^s]_{B \times B}$ matrislerinin elemanları, birinci grup için Eşitlik (3.3), ikinci grup için Eşitlik (3.4) kullanılarak hesaplanır.

$$(h_{a_t})^s = \begin{cases} 0, & \text{eğer } x_{(a)}^s < x_{(t)}^s \\ 1, & \text{eğer } x_{(a)}^s > x_{(t)}^s \end{cases} \quad (3.3)$$

Eşitlik (3.3)'te verilen $(h_{a_t})^s$, s . karar verici için birinci grupta yer alan, a . kriterin t . kritere göre önceliğini ifade etmektedir.

$$(h_{b_u})^s = \begin{cases} 0, & \text{eğer } y_{(b)}^s < y_{(u)}^s \\ 1, & \text{eğer } y_{(b)}^s > y_{(u)}^s \end{cases} \quad (3.4)$$

Eşitlik (3.4)'te verilen $(h_{b_u})^s$, s . karar verici için ikinci grupta yer alan, b . kriterin u . kritere göre önceliğini ifade etmektedir.

Yedinci Adım: Her bir karar verici için öncelik sıralamaları arasında uzaklık hesaplanır.

Her bir karar verici için; altıncı adımda oluşturulan, birinci grup kriterlere ait öncelik matrisi ile diğer karar vericilerin, aynı kriter grubu için oluşturulan öncelik matrisleri arasındaki fark, h_X^s olarak ifade edilir. Birinci grup kriterleri $X = \{x_1, x_2, \dots, x_a, \dots, x_A\}$ şeklinde gösterilir ve Eşitlik (3.5) ile h_X^s 'lerin hesaplanması gerçekleştirilir.

$$\begin{aligned} h_X^1 &= \sum_{s=1}^S \sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^m |(h_{a_t})^1 - (h_{a_t})^s| \\ h_X^2 &= \sum_{s=1}^S \sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^m |(h_{a_t})^2 - (h_{a_t})^s| \\ &\vdots \\ h_X^S &= \sum_{s=1}^S \sum_{a=1}^m \sum_{t=1}^m |(h_{a_t})^S - (h_{a_t})^s| \end{aligned} \quad (3.5)$$

Tüm h_X^s değerleri hesaplandıktan sonra, Eşitlik (3.6)'daki gibi minimum olan değer belirlenir.

$$h_X = \min\{h_X^1, h_X^2, \dots, h_X^S\} \quad (3.6)$$

Her bir karar verici için; altıncı adımda oluşturulan, ikinci grup kriterlerine ait öncelik matrisi ile diğer karar vericilerin aynı kriter grubu için oluşturulan öncelik matrisleri arasındaki fark h_Y^s olarak ifade edilir. İkinci grup kriterleri $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_b, \dots, y_B\}$ şeklinde gösterilir ve Eşitlik (3.7) ile h_Y^s 'lerin hesaplanması gerçekleştirilir.

$$\begin{aligned} h_Y^1 &= \sum_{s=1}^S \sum_{b=1}^n \sum_{u=1}^n |(h_{b_u})^1 - (h_{b_u})^s| \\ h_Y^2 &= \sum_{s=1}^S \sum_{b=1}^n \sum_{u=1}^n |(h_{b_u})^2 - (h_{b_u})^s| \end{aligned}$$

⋮

$$h_Y^S = \sum_{s=1}^S \sum_{b=1}^B \sum_{u=1}^B \left| (h_{b_u})^S - (h_{b_u})^s \right| \quad (3.7)$$

Tüm h_Y^S değerleri hesaplandıktan sonra, Eşitlik (3.8)'deki gibi, minimum olan değer belirlenir.

$$h_Y = \min\{h_Y^1, h_Y^2, \dots, h_Y^S\} \quad (3.8)$$

Eşitlik (3.6) ve Eşitlik (3.8)'de verilen, minimum h_X ve h_Y değerlerini sağlayan karar verici, s^* olarak belirlenir. s^* karar vericinin öncelik sıralaması, birinci kriter grubu için; $x_{(1)}^{d^*} > x_{(2)}^{d^*} > \dots > x_{(A)}^{d^*}$ ve ikinci kriter grubu için $y_{(1)}^{d^*} > y_{(2)}^{d^*} > \dots > y_{(B)}^{d^*}$ şeklinde ifade edilir. Bu sıralama, birinci grup ve ikinci grup kriterler için Medyan Öncelik Bileşenleri (Median Priority Components–MPCs) olarak kabul edilir.

Sekizinci Adım: Kriter ağırlıkları hesaplanır.

Sıralama Uygunluk Göstergesi (Rank Accordance Indicator) kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanır. Kriter ağırlıkları, Yedinci adımda belirlenen MPCs'ye göre hesaplanır. Eşitlik (3.9) ve Eşitlik (3.10)'daki gibi ağırlık sıralamaları oluşturulur.

$$w_{x_{(1)}}^{s^*} \geq w_{x_{(2)}}^{s^*} \geq \dots \geq w_{x_{(a)}}^{s^*} \geq w_{x_{(m)}}^{s^*} \quad (3.9)$$

$$w_{y_{(1)}}^{s^*} \geq w_{y_{(2)}}^{s^*} \geq \dots \geq w_{y_{(b)}}^{s^*} \geq w_{y_{(n)}}^{s^*} \quad (3.10)$$

Oluşturulan ağırlık sıralamaları dikkate alınarak, $0 \leq w_{x_a}, w_{y_b} \leq 1$ olacak şekilde, Eşitlik (3.11) ve Eşitlik (3.12)'de gösterildiği gibi, toplamları “1” olacak şekilde, kriterler için ağırlık kombinasyonları belirlenir.

$$w_{x_1} + w_{x_2} + \dots + w_{x_a} + \dots + w_{x_A} = 1 \quad (3.11)$$

$$w_{y_1} + w_{y_2} + \dots + w_{y_b} + \dots + w_{y_B} = 1 \quad (3.12)$$

Dokuzuncu Adım: Alternatiflerin sıralamaları belirlenir.

Tüm alternatifler için $k = 1, 2, \dots, K$ olmak üzere, $X_{w_x}(k)$ ve $Y_{w_y}(k)$ ağırlıklı normalize değerler, Eşitlik (3.13) kullanılarak hesaplanır.

$$X_{w_x}(a) = \sum_{a=1}^A w_{x_a} x_a^{(k)*}; y_{w_y}(b) = \sum_{b=1}^B w_{y_b} y_b^{(k)*} \quad (3.13)$$

Eşitlik (3.14)'teki gibi, ağırlıklı normalize değerler arasındaki mutlak farklar hesaplanarak, birinci ve ikinci kriterler için minimum olan ağırlık değerleri belirlenir.

$$F(X, Y) = \min_{w_x, w_y} \sum_{k \in V} |X_{w_x}(k) - Y_{w_y}(k)| \quad (3.14)$$

Ağırlık değerleri hesaplandıktan sonra, Eşitlik (3.15) kullanılarak, alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilir. En büyük Z_k değerine sahip alternatif, en iyi alternatif olarak belirlenir.

$$Z_k = X_{w_x}(k) + Y_{w_y}(k) \quad (3.15)$$

4. TRAKTÖR İMALATI YAPAN BİR FİRMADA TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN KEMIRA-M YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

4.1. Firma Tanıtımı

Uygulamanın gerçekleştirildiği firma, 1954 yılında Ankara’da kurulan, Türk otomotiv sektörünün ilk traktör üretici firmasıdır. 2014 yılında, Sakarya’da ikinci fabrikası kurulmuştur. Ankara’da, dişli ve ısıl işlem tesisleri, motor üretim tesisleri, kalite kontrol laboratuvarları, motor ve gövde test cihazları, bilgisayar destekli tasarım ve üretim altyapısı bulunmaktadır. Sakarya fabrikasında ise, sahip olduğu son teknoloji ile donatılmış boyahane, montaj hatları ve kalite kontrol laboratuvarları bulunmaktadır. 2020 yılında traktör üretiminin yanısıra, Ankara fabrikasında iş makinesi üretimine başlamıştır. Firmanın ana ortakları, KOÇ Holding ve İtalyan firması olan CNH’dir ve 130’dan fazla ülkeye ihracat yapmaktadır. İlgili firma, traktör ve tarım ekipmanlarında pazarda liderliğini korumayı ve yıllar içerisinde büyümeye devam etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, kendi bünyesinde üretilen parçaların gün geçtikçe sayısını arttırmayı hedeflemektedir. Her yıl, kendi bünyesinde tasarlanan yeni traktör projelerini de hayata geçirerek, tüm müşterilerin isteklerini karşılamaya çalışmaktadır.

4.2. Uygulama

Bu tez çalışmasında, traktör imalatı yapan bir firmada, döküm-dövme tedarikçilerinin KEMIRA-M yöntemi uygulanarak değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Aşağıda, tedarikçi değerlendirme amacıyla kullanılması önerilen KEMIRA-M yönteminin, ilgili firma için uygulama adımları yer almaktadır.

Birinci Adım: Karar verici grup oluşturulur, kriterler ve alternatifler belirlenir.

Çalışmada, 10 farklı tedarikçi R_k ; $k = 1, 2, \dots, 10$, Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de yer alan, üretimi direkt olarak etkileyen yedi farklı kriter x_a ; $a = 1, 2, \dots, 7$ ve üretimi direkt olarak etkilemeyen beş farklı kriter y_b ; $b = 1, 2, \dots, 5$ temel alınarak, beş kişilik karar verici grubu KV_s ; $s = 1, 2, \dots, 5$ tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmaya katılan uzmanlar sırasıyla; 4 yıldır traktör fabrikasında kalite müdürü olarak görev yapan, 2 yıldır traktör fabrikasında giriş kalite yöneticiliği yapan, 1 yıldır döküm-dövme yan sanayi kalite geliştirme yöneticiliği yapan, 4 yıldır traktör fabrikasında satın alma mühendisi olarak çalışan kişilerden ve 2,5

yıldır traktör fabrikasında giriş kalite süreçlerinde görev alan bir kalite mühendisinden oluşmaktadır.

Tablo 4.1. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler

Üretimi etkileyen 1. öncelik kriterler	
x_1	İşçilik Süresi (dakika)
x_2	Acil Parça Seçme Kurtarma – APSK (adet)
x_3	Acil Parça Seçme Kurtarma – APSK (süre)
x_4	Controlled Shipping Level – 1 (CSL-1)
x_5	Controlled Shipping Level – 2 (CSL-2)
x_6	Cevap Verme Süresi (Geçici Faaliyet) (gün)
x_7	Cevap Verme Süresi (Kalıcı Faaliyet) (gün)

Tablo 4.2. Üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler

Üretimi etkileyen 2. öncelik kriterler	
y_1	Tedarikçi Hata Bildirim Formu (THBF) Başına Düşen Maliyet (Parça Maliyeti/THBF Sayısı adeti)
y_2	Milyonda Bir Parça – Parts Per Million (PPM)
y_3	Çalışma Süresi (yıl)

Kriterler karar verici grubun görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre, üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

x_1 ; işçilik süresi, firmadan tedarik edilen parçanın hatasını giderebilmek ve üretimi devam ettirebilmek için fazladan harcanan işçiliği tanımlamaktadır. Birimi dakikadır.

x_2 ; APSK – (Acil Parça Seçme Kurtarma) (Adet), tedarik edilen parçalardaki hatayı gidermek ve üretimi devam ettirebilmek için, üçüncü taraf firmanın kaç adet parçada seçme ve kurtarma işlemi yaptığını tanımlamaktadır. Birimi adettir.

x_3 ; APSK – (Acil Parça Seçme Kurtarma) (Süre), tedarik edilen parçalardaki hatayı gidermek ve üretimi devam ettirebilmek için, üçüncü taraf firmanın parçalarda seçme ve kurtarma işlemi için harcanan süreyi ifade etmektedir. Birimi saattir.

x_4 ; CSL-1, Kontrollü gönderim anlamına gelmektedir. Tedarikçinin gönderdiği bir parçanın bir hatasına istinaden, o hatayla bir daha karşılaşmamak için tedarikçi tarafından gönderilen kontrollü sevkiyattır. CSL-1 sayısı, bir parçanın bir hatasına istinaden açılan CSL-1 bildirim sayısını ifade etmektedir.

x_5 ; CSL-2, CSL-1 sürecinin yetersiz kaldığı durumlarda bu sürece geçilir. Bu süreçte, öncelikle, CSL-1’de olduğu gibi tedarikçi parçaları kontrollü gönderir. Yapılan sevkiyat, müşteride de (üçüncü taraf firmada) tekrar kontrol edilir. CSL-2 sayısı bir parçanın bir hatasına istinaden açılan CSL-2 bildirim sayısını ifade etmektedir.

x_6 ; Cevap verme süresi (geçici faaliyet), tedarikçiye gönderilen tedarikçi hata bildirim formlarına girilen geçici faaliyet süresini temsil eder. Geçici faaliyet kapsamında, tedarikçi kendi stoklarında bulunan parçaları o hataya istinaden inceler ve kurtarılabiliyorsa kurtarıp müşteriye doğru ürün gönderimini sağlar. Birimi gündür. Tedarikçiye gönderilen bildirim ile tedarikçinin cevap verdiği gün arasındaki farktır.

x_7 ; cevap verme süresi (kalıcı faaliyet), tedarikçiye gönderilen tedarikçi hata bildirim formlarına girilen kalıcı faaliyet süresini temsil eder. Kalıcı faaliyet kapsamında, tedarikçi bundan sonraki üretimlerinde o hata ile bir daha karşılaşmamak için prosesinde yapacağı değişikliği ifade etmektedir. Birimi gündür. Tedarikçiye gönderilen bildirim ile tedarikçinin cevap verdiği gün arasındaki farktır.

Üretimi etkileyen 2. öncelik kriterler ise aşağıda sunulmuştur.

y_1 ; Toplam Maliyet/Toplam Bildirim Adeti. Tedarikçi Hata Bildirim Formu (THBF) sayısı, tedarik edilen malzemede yaşanan uygunsuzluk için sistem üzerinden tedarikçiye açılan formun sayısını ifade etmektedir. Birimi adettir. Maliyet, hata tespit edilen parçaların toplam maliyetini temsil etmektedir. Birimi TL’dir. y_1 THBF başına düşen maliyeti temsil etmektedir.

y_2 ; Milyonda Bir Parça - Parts Per Million (PPM), tedarik edilen ürünün firmaya geri iade edilen sayısının, toplam tedarik edilen sayıya bölünmesinin, 1 milyon katını ifade eder. PPM oranı ne kadar büyükse, iade sayısı tesellüm edilen parça sayısına yakın demektir.

y_3 ; çalışma süresi, tedarikçi ile ne zamandır çalışıldığını ifade etmektedir. Birimi yıldır.

İkinci Adım: Başlangıç karar matrisi oluşturulur.

Tablo 5.3’te, 10 tedarikçi için $[D]$ oluşturulmuştur.

Tablo 4.3. Başlangıç karar matrisi

Tedarikçiler	Üretimi Etkileyen 1. Öncelik Kriterler							Üretimi Etkileyen 2. Öncelik Kriterler		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_1	y_2	y_3
R_1	4045	7	32	1	0,1	16	58	2764,2	28003	50
R_2	6465	11	204	29	4	10	61	2210,7	19046	63
R_3	2024	25	264,5	13	0,1	7	66	3029,1	13528	42
R_4	366670	46	578	22	2	44	80	25667	9896	40
R_5	1485	57	394	26	7	5	75	891,9	8692	38
R_6	19489	6	51,5	7	1	25	106	5955,6	8181	49
R_7	40090	54	1001	41	3	7	69	6032,7	6797	22
R_8	2666	0,1	0,1	0,1	0,1	93	111	8839,3	5867	50
R_9	3927	31	126	10	4	10	94	610,5	2825	49
R_{10}	806	5	30	1	0,1	45	119	3178,5	1342	28

[D]'de verilen değerler, 2019-2020 yılları arasındaki verileri kapsamaktadır.

Üçüncü Adım: Maliyet türü kriterler, fayda türü kritere dönüştürülür.

Karar vericiler tarafından belirlenen üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterlerin hepsi, üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler de ise y_1 ve y_2 değerlerinin düşük olunmasının istendiği kriterlerdir. Bu kriterlerin maliyet türü kriterler oldukları söylenebilir. y_3 ise fayda türü kriterlerdir. Değerlerin yüksek olması istenir. Bu nedenle, [D]'de yer alan, her iki grupta yer alan maliyet türü kriterlerin değerleri sırasıyla, $\frac{1}{x_a}$ ve $\frac{1}{y_b}$ dönüşümüne tabi tutularak, fayda türü kriter haline getirilir. Tablo 4.4'te yer alan [D], söz konusu dönüşüm sonucunda yeniden düzenlenmiştir.

Tablo 4.4. Dönüştürülmüş başlangıç karar matrisi

Tedarikçiler	Üretimi Etkileyen 1. Öncelik Kriterler							Üretimi Etkileyen 2. Öncelik Kriterler		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_1	y_2	y_4
R_1	0,0002	0,1428	0,0312	1,0000	10	0,0625	0,0172	0,0004	0,0000	50
R_2	0,0001	0,0909	0,0049	0,0344	0,2500	0,1016	0,0165	0,0005	0,0000	63
R_3	0,0004	0,0400	0,0037	0,0769	10	0,1428	0,0150	0,0003	0,0000	42
R_4	0,0000	0,0217	0,0017	0,0454	0,5000	0,0227	0,0125	0,00003	0,0001	40
R_5	0,0006	0,0175	0,0025	0,0384	0,1428	0,2	0,0133	0,0011	0,0001	38
R_6	0,0000	0,1666	0,0194	0,1428	1,0000	0,0393	0,0093	0,0002	0,0001	49
R_7	0,0000	0,0185	0,0009	0,0243	0,3333	0,1428	0,0145	0,0002	0,0001	22
R_8	0,0003	10	10	10	10	0,0107	0,0090	0,0001	0,0001	50

R_9	0,0002	0,0322	0,0079	0,1000	0,2500	0,0989	0,0106	0,0016	0,0003	49
R_{10}	0,0012	0,2000	0,0333	1,0000	10	0,0221	0,0084	0,0003	0,0007	28

Dördüncü Adım: Başlangıç karar matrisi normalize edilir.

Üçüncü adımda dönüşüm işlemi yapılan [D]'deki her bir eleman, Eşitlik (3.2) kullanılarak normalize edilir. Aşağıda yer alan Tablo 4.5'te, [N] görülmektedir.

Tablo 4.5. Normalize başlangıç karar matrisi

Tedarikçiler	Üretimi Etkileyen 1. Öncelik Kriterler							Üretimi Etkileyen 2. Öncelik Kriterler		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_1	y_2	y_3
R_1	0,1667	0,0126	0,0030	0,0978	1,000	0,2736	1,0000	0,2357	0,0000	0,6829
R_2	0,0833	0,0074	0,0004	0,0010	0,0109	0,4802	0,9205	0,3185	0,0237	1,0000
R_3	0,3333	0,0023	0,0003	0,0053	1,0000	0,6978	0,7500	0,1720	0,0539	0,4878
R_4	0,0000	0,0004	0,0001	0,0021	0,0362	0,0634	0,4659	0	0,0921	0,4390
R_5	0,5	0,0000	0,0002	0,0014	0,0000	1,0000	0,5568	0,6815	0,1119	0,3902
R_6	0	0,0149	0,0019	0,1119	0,0870	0,1511	0,1023	0,1062	0,1220	0,6585
R_7	0	0,0001	0,0000	0,0000	0,0193	0,6978	0,6932	0,1062	0,1571	0,0000
R_8	0,2500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0682	0,0446	0,1900	0,6829
R_9	0,1667	0,0015	0,0007	0,0076	0,0109	0,4659	0,2500	1	0,4487	0,6585
R_{10}	1,0000	0,0183	0,0032	0,0978	1,0000	0,0602	0,0000	0,1720	1,0000	0,1463

Beşinci Adım: Her bir karar verici için kriter öncelikleri belirlenir.

Birbirinden bağımsız şekilde, karar verici grubu oluşturan 5 uzmanın gerçekleştirdiği kriter sıralamaları Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Karar vericilerin kriter önceliklendirmeleri

KV_s	Üretimi Etkileyen 1. Öncelik Kriterler							Üretimi Etkileyen 2. Öncelik Kriterler		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_1	y_2	y_3
KV_1	7	6	5	4	3	1	2	1	2	3
KV_2	7	5	6	2	3	1	4	2	1	3
KV_3	6	7	5	1	2	3	4	3	1	2
KV_4	1	3	2	5	4	7	6	2	1	3
KV_5	7	6	2	3	4	1	5	3	1	2

Altıncı Adım: Her bir karar verici için öncelik matrisleri oluşturulur.

Adım 5'te verilen Tablo 4.6 kullanılarak, tüm karar vericiler için kriter öncelik sırası elde edilmiş ve Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Karar vericilere ait kriterlerin öncelik sıralamaları

KV_s	Üretimi Etkileyen 1. Öncelik Kriterler							Üretimi Etkileyen 2. Öncelik Kriterler		
	KV_1	$x_{(6)}^1$	$x_{(7)}^1$	$x_{(5)}^1$	$x_{(4)}^1$	$x_{(3)}^1$	$x_{(2)}^1$	$x_{(1)}^1$	$y_{(1)}^1$	$y_{(2)}^1$	$y_{(3)}^1$
KV_2	$x_{(6)}^2$	$x_{(4)}^2$	$x_{(5)}^2$	$x_{(7)}^2$	$x_{(2)}^2$	$x_{(3)}^2$	$x_{(1)}^2$	$y_{(2)}^2$	$y_{(1)}^2$	$y_{(3)}^2$
KV_3	$x_{(4)}^3$	$x_{(5)}^3$	$x_{(6)}^3$	$x_{(7)}^3$	$x_{(3)}^3$	$x_{(1)}^3$	$x_{(2)}^3$	$y_{(2)}^3$	$y_{(3)}^3$	$y_{(1)}^3$
KV_4	$x_{(1)}^4$	$x_{(3)}^4$	$x_{(2)}^4$	$x_{(5)}^4$	$x_{(4)}^4$	$x_{(7)}^4$	$x_{(6)}^4$	$y_{(2)}^4$	$y_{(1)}^4$	$y_{(3)}^4$
KV_5	$x_{(6)}^5$	$x_{(3)}^5$	$x_{(4)}^5$	$x_{(5)}^5$	$x_{(7)}^5$	$x_{(2)}^5$	$x_{(1)}^5$	$y_{(2)}^5$	$y_{(3)}^5$	$y_{(1)}^5$

Sıralamalar elde edildikten sonra, her bir karar verici için Eşitlik (3.3) ve Eşitlik (3.4) kullanılarak, öncelik matrisi oluşturulur. Aşağıda yer alan Eşitlik (4.1) karar vericilerin üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için öncelik matrislerini, Eşitlik (4.2) karar vericilerin üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için öncelik matrislerini göstermektedir.

$$[H_X^1]_{7 \times 7} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{7 \times 7}$$

$$[H_X^2]_{7 \times 7} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{7 \times 7}$$

$$[H_X^3]_{7 \times 7} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{7 \times 7}$$

$$\begin{aligned}
[H_X^4]_{7 \times 7} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}_{7 \times 7} \\
[H_X^5]_{7 \times 7} &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{7 \times 7} \tag{4.1}
\end{aligned}$$

$$[H_y^1]_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

$$[H_y^2]_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

$$[H_y^3]_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

$$[H_y^4]_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

$$[H_y^5]_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{3 \times 3} \tag{4.2}$$

Yedinci Adım: Her bir karar verici için öncelik sıralamaları arasındaki uzaklık hesaplanır.

Üretimi etkileyen 1. öncelik kriterler için $X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$, her bir karar vericinin öncelik matrisi ile diğer dört karar vericinin öncelik matrisleri arasındaki mutlak fark toplamları Eşitlik (3.5) kullanılarak, Eşitlik (4.2)'deki gibi elde edilir.

$$h_X^1 = \sum_{S=1}^5 h(H^{(1)}, H^S) = 70$$

$$\begin{aligned}
h_X^2 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(2)}, H^{(S)}) = 62 \\
h_X^3 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(3)}, H^{(S)}) = 62 \\
h_X^4 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(4)}, H^{(S)}) = 136 \\
h_X^5 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(5)}, H^{(S)}) = 62
\end{aligned} \tag{4.3}$$

Eşitlik (4.3)'ten de görüldüğü gibi, mutlak toplam fark değerinin minimum olduğu karar vericiler, $h_X^2 = 62$, $h_X^3 = 62$ ve $h_X^5 = 62$ değerleriyle, ikinci, üçüncü ve beşinci karar vericilerdir. Buna göre, üretimi etkileyen 1. öncelik kriterler için MPCs, ikinci, üçüncü ve beşinci karar vericilerinin yaptığı sıralamalar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda, MPCs $x_6^{2*} > x_4^{2*} > x_5^{2*} > x_7^{2*} > x_2^{2*} > x_3^{2*} > x_1^{2*}$, $x_4^{3*} > x_5^{3*} > x_6^{3*} > x_7^{3*} > x_3^{3*} > x_1^{3*} > x_2^{3*}$ ve $x_6^{5*} > x_3^{5*} > x_4^{5*} > x_5^{5*} > x_7^{5*} > x_2^{5*} > x_1^{5*}$ olarak elde edilir. Buna göre, ikinci ve beşinci karar vericiye göre önem derecesi en yüksek olan kriter, cevap verme süresi (Geçici Faaliyet) olarak, üçüncü karar vericiye göre en yüksek kriter CSL-1 olarak belirlenmiştir. İkinci karar vericiye göre; CSL-1, CSL-2, Cevap Verme Süresi (Kalıcı Faaliyet), APSK (adet), APSK (süre), İşçilik Süresi takip etmektedir. Üçüncü karar vericiye göre; CSL-2, Cevap Verme Süresi (Geçici Faaliyet), Cevap Verme Süresi (Kalıcı Faaliyet), APSK (süre), İşçilik Süresi, APSK(adet) takip etmektedir. Beşinci karar vericiye göre; APSK (süre), CSL-1, CSL-2, Cevap Verme Süresi (Kalıcı Faaliyet), APSK (adet), İşçilik Süresi takip etmektedir.

Üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler $Y = (y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)$ için her bir karar vericinin öncelik matrisi ile diğer dört karar vericinin öncelik matrisleri arasındaki mutlak fark toplamaları Eşitlik (3.7) kullanılarak, Eşitlik (4.4)'deki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned}
h_Y^1 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(1)}, H^{(S)}) = 12 \\
h_Y^2 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(2)}, H^{(S)}) = 6 \\
h_Y^3 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(3)}, H^{(S)}) = 8 \\
h_Y^4 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(4)}, H^{(S)}) = 6 \\
h_Y^5 &= \sum_{S=1}^5 h(H^{(5)}, H^{(S)}) = 8
\end{aligned} \tag{4.4}$$

Eşitlik (4.4)'te de görüldüğü gibi, mutlak toplam fark değerinin minimum olduğu karar vericiler, $h_Y^2 = 6$ ve $h_Y^4 = 6$ değerleriyle, ikinci ve dördüncü karar vericilerdir. Buna göre, üretimi direkt olarak etkilemeyen kriterler için MPCs, ikinci veya üçüncü karar vericinin yaptığı sıralama olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sıralama, $y_2^{2,4*} > y_1^{2,4*} > y_3^{2,4*}$ şeklinde

gösterilir. Karar vericilere göre önem düzeyi en yüksek kriter Milyonda Bir Parça (Parts Per Million – PPM). PPM’den Tedarikçi Hata Bildirim Formu Başına Düşen Maliyet ve Çalışma Süresi kriterleri izlemiştir.

Sekizinci Adım: Kriter ağırlıkları hesaplanır.

Üretimi direkt olarak etkileyen ve etkilemeyen kriterler için yedinci adımda belirlenen $x_6^{2*} > x_4^{2*} > x_5^{2*} > x_7^{2*} > x_2^{2*} > x_3^{2*} > x_1^{2*}$, $x_4^{3*} > x_5^{3*} > x_6^{3*} > x_7^{3*} > x_3^{3*} > x_1^{3*} > x_2^{3*}$, $x_6^{5*} > x_3^{5*} > x_4^{5*} > x_5^{5*} > x_7^{5*} > x_2^{5*} > x_1^{5*}$, $y_2^{2,4*} > y_1^{2,4*} > y_3^{2,4*}$ sıralamalarına uygun olacak şekilde, Eşitlik (3.9) ve Eşitlik (3.10) kullanılarak kriter ağırlık sıralaması, Eşitlik (4.5) ve (4.6)’daki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned} w_{x_6} &> w_{x_4} > w_{x_5} > w_{x_7} > w_{x_2} > w_{x_3} > w_{x_1} \\ w_{x_4} &> w_{x_5} > w_{x_6} > w_{x_7} > w_{x_3} > w_{x_1} > w_{x_2} \\ w_{x_6} &> w_{x_3} > w_{x_4} > w_{x_5} > w_{x_7} > w_{x_2} > w_{x_1} \end{aligned} \quad (4.5)$$

$$w_{y_2} > w_{y_1} > w_{y_3} \quad (4.6)$$

Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için 34 farklı olası ağırlık değeri elde edilmiş ve sırasıyla, Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve 4.10’da gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için olası ağırlıklar (2. Karar verici)

Ağırlık kombinasyonları	w_{x_1}	w_{x_2}	w_{x_3}	w_{x_4}	w_{x_5}	w_{x_6}	w_{x_7}
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,8	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,8	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,7	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,7	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,7	0,1
8	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,6	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,6	0,1
12	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,6	0,1
13	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,5	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,5	0,1
17	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,1
18	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1

19	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,4	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,4	0,1
21	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,4	0,1
22	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2
23	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,1
24	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1
25	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,1
26	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,3	0,2
27	0,0	0,1	0,0	0,3	0,2	0,3	0,1
28	0,0	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
29	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2
30	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1
31	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1
32	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2
33	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
34	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1

Tablo 4.9. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için olası ağırlıklar (3. Karar verici)

Ağırlık kombinasyonları	w_{x_1}	w_{x_2}	w_{x_3}	w_{x_4}	w_{x_5}	w_{x_6}	w_{x_7}
1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,9	0,1	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,1	0,1	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,1	0,1
8	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	0,1	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,2	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,1	0,1
12	0,0	0,0	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1
13	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,1	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,2	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,1	0,1
17	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,2	0,1
18	0,1	0,0	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1
19	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,3	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2	0,1
21	0,0	0,0	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1
22	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	0,2

23	0,1	0,0	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1
24	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1
25	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,1
26	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2
27	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1
28	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1
29	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
30	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1
31	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
32	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
33	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
34	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1

Tablo 4.10. Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için olası ağırlıklar (5. Karar verici)

Ağırlık kombinasyonları	w_{x_1}	w_{x_2}	w_{x_3}	w_{x_4}	w_{x_5}	w_{x_6}	w_{x_7}
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0
3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0
4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,8	0,0
5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,7	0,0
6	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,7	0,0
7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,7	0,0
8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0
9	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,6	0,0
10	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,6	0,0
11	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,6	0,0
12	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1
13	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0
14	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,5	0,0
15	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,5	0,0
16	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,5	0,0
17	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,5	0,0
18	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1
19	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,4	0,0
20	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1	0,4	0,0
21	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1
22	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,0
23	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1
24	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1
25	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,3	0,0
26	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,3	0,0

27	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1
28	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1
29	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1
30	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1
31	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1
32	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
33	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
34	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1

Aynı şekilde, üretimi etkileyen 2. öncelik kriterler için iki MPCs için belirlenen 23 adet, olası ağırlık değeri elde edilmiş sırasıyla, Tablo 4.11 ve Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Üretimi etkileyen 2. öncelik kriterler için olası ağırlıklar (2. Ve 4. Karar verici)

Ağırlık kombinasyonları	w_{y_1}	w_{y_2}	w_{y_3}
1	0,0	1,0	0,0
2	0,1	0,9	0,0
3	0,2	0,8	0,0
4	0,1	0,8	0,1
5	0,3	0,7	0,0
6	0,2	0,7	0,1
7	0,4	0,6	0,0
8	0,3	0,6	0,1
9	0,2	0,6	0,2
10	0,5	0,5	0,0
11	0,4	0,5	0,1
12	0,3	0,5	0,2
13	0,4	0,4	0,2
14	0,3	0,4	0,3

Dokuzuncu Adım: Alternatif sıralaması belirlenir.

Bu adımda, her iki grup kriterlere ait tüm olası ağırlık değerleri dikkate alınarak, Eşitlik (3.14)’teki gibi $F(X, Y)$ değerleri elde edilmiş, Tablo 4.12, 4.13 ve 4.14’te sunulmuştur.

Tablo 4.12’de, Tablo 4.8 ve Tablo 4.11’deki değerlere göre $F(X, Y)$ değerleri elde edilmiştir. Tablo 4.13’te, Tablo 4.9 ve Tablo 4.11’deki değerlere göre $F(X, Y)$ değerleri elde edilmiştir. Tablo 4.14’te, Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’deki değerlere göre $F(X, Y)$ değerleri elde edilmiştir. Kriter ağırlık sıralaması w_x için üç, w_y için bir sıralama olduğundan 3 ayrı tedarikçi sıralaması oluşturulmuştur.

Tablo 4.12. Tüm olası ağırlıklar için $F(X, Y)$ değerleri (Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için 2. Karar verici ve üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için 2 veya 4. Karar verici sıralamasına göre)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	5,2879	4,7803	4,4020	4,5098	4,0808	4,1886	4,5098	3,7596	3,8674	3,9752	4,1886	4,1994	3,4384	3,5462	3,6540	3,8674	3,9752
2	5,1366	4,6290	4,2797	4,3875	3,9585	4,0663	4,3875	3,6373	3,7451	3,8530	4,0663	4,0771	3,3161	3,4239	3,5318	3,7451	3,8530
3	4,9853	4,4787	4,1575	4,2653	3,8363	3,9441	4,2653	3,5151	3,6229	3,7307	3,9441	3,9549	3,1939	3,3017	3,4095	3,6229	3,7307
4	4,9190	4,4115	3,9636	4,0714	3,6424	3,7502	4,0714	3,3212	3,4290	3,5368	3,7502	3,7610	3,0000	3,1078	3,2156	3,4290	3,5368
5	4,8340	4,3564	4,0352	4,1431	3,7140	3,8219	4,1431	3,3928	3,5007	3,6085	3,8219	3,8327	3,0790	3,1871	3,2952	3,5007	3,6085
6	4,7677	4,2602	3,8413	3,9491	3,5201	3,6279	3,9491	3,1989	3,3067	3,4146	3,6279	3,6387	2,8777	2,9855	3,0934	3,3067	3,4146
7	4,6827	4,2342	3,9130	4,0208	3,5918	3,6996	4,0208	3,2808	3,3889	3,4970	3,6996	3,7104	3,0707	3,1788	3,2869	3,3889	3,4970
8	4,6164	4,1088	3,7191	3,8269	3,3979	3,5057	3,8269	3,0767	3,1845	3,2923	3,5057	3,5165	2,8185	2,9266	3,0347	3,1845	3,2923
9	4,5502	4,0426	3,5350	3,6429	3,2040	3,3118	3,6429	2,8828	2,9906	3,0984	3,3118	3,3226	2,5663	2,6744	2,7825	2,9906	3,0984
10	4,5314	4,1120	3,7908	3,8986	3,4826	3,5907	3,8986	3,2725	3,3806	3,4887	3,5907	3,6017	3,0624	3,1705	3,2786	3,3806	3,4887
11	4,4651	3,9575	3,5969	3,7047	3,2757	3,3835	3,7047	3,0203	3,1284	3,2365	3,3835	3,3943	2,8102	2,9183	3,0264	3,1284	3,2365
12	4,3988	3,8913	3,4029	3,5108	3,0817	3,1896	3,5108	2,7681	2,8762	2,9843	3,1896	3,2003	2,5580	2,6661	2,7742	2,8762	2,9843
13	4,2475	3,7400	3,2807	3,3885	2,9699	3,0780	3,3885	2,7598	2,8679	2,9760	3,0780	3,0891	2,5497	2,6578	2,7659	2,8679	2,9760
14	4,1813	3,6737	3,1662	3,2740	2,7656	2,8734	3,2740	2,5076	2,6157	2,7238	2,8734	2,8842	2,2975	2,4056	2,5137	2,6157	2,7238
En küçük değer	4,1813	4,6737	3,1662	3,2740	2,7656	2,8734	3,2740	2,5076	2,6157	2,7238	2,8734	2,8842	2,2975	2,4056	2,5137	2,6157	2,7238

Tablo 4.12. Devamı

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	3,8879	3,4406	3,6540	3,5560	3,9752	3,5667	3,4944	3,4406	3,6540	3,3426	3,2455	3,6638	3,3534	3,1732	3,3524	3,3534	2,9598
2	3,7657	3,3184	3,5318	3,4337	3,8530	3,4445	3,3721	3,3184	3,5318	3,2203	3,1233	3,5415	3,2311	3,0509	3,2301	3,2311	2,8376
3	3,6435	3,2015	3,4095	3,3115	3,7307	3,3223	3,2499	3,2015	3,4095	3,1034	3,0064	3,4193	3,1145	2,9287	3,1135	3,1145	2,7322
4	3,4496	3,0022	3,2156	3,1176	3,5368	3,1284	3,0560	3,0022	3,2156	2,9042	2,8072	3,2254	2,9150	2,7348	2,9140	2,9150	2,5214
5	3,5212	3,1932	3,2952	3,1971	3,6085	3,2082	3,1277	3,1932	3,2952	3,0951	2,9980	3,3052	3,1061	2,8260	3,1052	3,1061	2,7239

6	3,3273	2,9410	3,0934	2,9953	3,4146	3,0061	2,9337	2,9410	3,0934	2,8429	2,7459	3,1031	2,8540	2,6125	2,8530	2,8540	2,4718
7	3,4100	3,1848	3,2869	3,1888	3,4970	3,1999	3,0278	3,1848	3,2869	3,0868	2,9897	3,2969	3,0978	2,8176	3,0969	3,0978	2,7156
8	3,2051	2,9327	3,0347	2,9367	3,2923	2,9477	2,8115	2,9327	3,0347	2,8346	2,7376	3,0448	2,8457	2,5655	2,8447	2,8457	2,4660
9	3,0112	2,6805	2,7825	2,6845	3,0984	2,6955	2,6176	2,6805	2,7825	2,5825	2,4854	2,7926	2,5935	2,3133	2,5925	2,5935	2,2113
10	3,4017	3,1765	3,2786	3,1805	3,4887	3,1915	3,0195	3,1765	3,2786	3,0785	2,9814	3,2886	3,0895	2,8093	3,0886	3,0895	2,7073
11	3,1495	2,9244	3,0264	2,9283	3,2365	2,9394	2,7673	2,9244	3,0264	2,8263	2,7293	3,0364	2,8374	2,5572	2,8364	2,8374	2,4551
12	2,8973	2,6722	2,7742	2,6762	2,9843	2,6872	2,5151	2,6722	2,7742	2,5741	2,4771	2,7843	2,5852	2,3050	2,5842	2,5852	2,2425
13	2,8890	2,6639	2,7659	2,6679	2,9760	2,6789	2,5068	2,6639	2,7659	2,5658	2,4688	2,7760	2,5769	2,2967	2,5759	2,5769	2,2931
14	2,6368	2,4782	2,5137	2,4157	2,7238	2,4267	2,2546	2,4782	2,5137	2,3809	2,2859	2,5238	2,3920	2,0974	2,3897	2,3920	2,2194
En küçük değer	2,6368	2,4782	2,5137	2,4157	2,7238	2,4267	2,2546	2,4782	2,5137	2,3809	2,2859	2,5238	2,3920	2,0974	2,3897	2,3920	2,2194

Tablo 4.13. Tüm olası ağırlıklar için $F(X, Y)$ değerleri (Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için 3. Karar verici ve üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için 2 veya 4. Karar verici sıralamasına göre)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,8462	1,8440	1,9302	1,8324	2,0190	1,9420	2,1601	2,1231	2,1131	2,2003	2,3315	2,2040	2,2706	2,2845	2,3717	2,5028	2,5900
2	1,9863	1,7971	1,8941	1,7216	1,9982	1,8203	2,0120	2,1023	1,9708	2,0522	2,1833	2,0558	2,2600	2,1364	2,2235	2,3547	2,4418
3	2,1492	1,9537	1,8835	1,6772	1,9774	1,7861	1,9212	2,0836	1,9366	1,9040	2,0716	1,9575	2,2494	2,0871	2,0754	2,2221	2,2937
4	2,2479	1,9555	1,8267	1,5719	1,8877	1,6092	1,6871	1,9720	1,7166	1,7273	1,8585	1,7309	2,0948	1,8594	1,8987	2,0298	2,1170
5	2,3346	2,1574	2,0184	1,7654	1,9826	1,7519	1,8869	2,0730	1,9024	1,8181	2,0374	1,9232	2,2388	2,0528	1,9686	2,1879	2,1456
6	2,4300	2,1408	1,9668	1,6819	1,9259	1,6341	1,6520	2,0204	1,7569	1,6118	1,8024	1,6883	2,1431	1,8797	1,7505	1,9529	1,9688
7	2,5199	2,3612	2,2222	1,9456	2,0832	1,8317	1,9270	2,1042	1,8681	1,7839	2,0032	1,9634	2,2282	2,0186	1,9344	2,1537	2,0694
8	2,6122	2,3262	2,1706	1,8521	2,0316	1,7620	1,7405	2,0687	1,8053	1,6366	1,7684	1,7543	2,1915	1,9280	1,7440	1,9187	1,8344
9	2,7589	2,3623	2,1324	1,9095	1,9831	1,7413	1,6658	2,0332	1,7697	1,5440	1,6697	1,6780	2,1560	1,8925	1,6453	1,7771	1,6921
10	2,7053	2,5650	2,4260	2,1257	2,2870	2,0221	2,0584	2,1806	1,9294	1,8119	2,0089	2,0947	2,2754	2,0119	1,9001	2,1195	2,0352
11	2,7944	2,5134	2,3744	2,0532	2,2353	1,9759	1,9308	2,1502	1,8987	1,7184	1,8382	1,9446	2,2398	1,9764	1,7687	1,9005	1,8002
12	2,9411	2,5477	2,3227	2,1050	2,1970	1,9456	1,8374	2,1198	1,8683	1,6248	1,7447	1,8511	2,2043	1,9409	1,6774	1,8018	1,6723
13	3,1233	2,7331	2,5265	2,3006	2,4110	2,1595	2,0276	2,3338	2,0823	1,8308	1,9351	2,0414	2,2565	2,0050	1,7536	1,8578	1,7249
14	3,2699	2,8686	2,5393	2,4558	2,3806	2,1898	2,1558	2,3034	2,0519	1,8574	1,9047	2,0731	2,2561	1,9747	1,7232	1,8274	1,6313
En küçük değer	1,8462	1,7971	1,8267	1,5719	1,9259	1,6092	1,6520	1,9720	1,7166	1,5440	1,6697	1,6780	2,1431	1,8594	1,6453	1,7771	1,6313

Tablo 4.13. Devamı

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	2,1589	2,6302	2,7614	2,5467	2,9797	2,3303	2,2656	3,0199	3,1510	2,8052	2,5016	3,0235	2,5888	2,4370	3,0674	2,9785	2,6955
2	2,0107	2,4820	2,6132	2,3985	2,8315	2,1821	2,1175	2,8717	3,0029	2,6571	2,3535	2,8754	2,4406	2,2888	2,9192	2,8303	2,5474
3	1,8626	2,3339	2,4651	2,2584	2,6834	2,0340	1,9693	2,7236	2,8548	2,5089	2,2053	2,7272	2,2925	2,1407	2,7711	2,6822	2,3992

4	1,6859	2,1572	2,2883	2,0737	2,5067	1,8572	1,7926	2,5469	2,6780	2,3322	2,0286	2,5505	2,1158	1,9640	2,5944	2,5054	2,2225
5	1,7775	2,1858	2,3169	2,2242	2,5352	1,9280	1,8744	2,5754	2,7066	2,3608	2,0785	2,5791	2,1443	2,0249	2,6229	2,5340	2,2511
6	1,5425	2,0090	2,1402	1,9892	2,3585	1,7091	1,6445	2,3987	2,5299	2,1840	1,8805	2,4024	1,9676	1,8158	2,4462	2,3573	2,0743
7	1,8176	2,0376	2,2199	2,1900	2,3871	1,8938	1,9145	2,4273	2,5585	2,2562	2,0443	2,4309	1,9962	1,9907	2,4748	2,3859	2,1029
8	1,5909	1,8609	1,9920	1,9550	2,2104	1,6588	1,6847	2,2506	2,3817	2,0359	1,8093	2,2542	1,8195	1,7557	2,2981	2,2092	1,9262
9	1,5237	1,7767	1,8203	1,7909	2,0336	1,5201	1,5239	2,0738	2,2050	1,8592	1,6275	2,0775	1,6507	1,5330	2,1213	2,0324	1,7495
10	1,9490	1,9664	2,1857	2,1558	2,3207	1,8995	2,0459	2,2791	2,4712	2,2220	2,0100	2,3570	1,9258	1,9964	2,3933	2,2377	2,0226
11	1,7812	1,7466	1,9507	1,9208	2,0857	1,6886	1,8161	2,1024	2,2362	1,9870	1,7751	2,1221	1,6908	1,7665	2,1584	2,0610	1,7877
12	1,6956	1,6875	1,7797	1,8156	1,8855	1,5951	1,7006	1,9257	2,0569	1,7935	1,6522	1,9294	1,5615	1,6079	1,9732	1,8843	1,6013
13	1,8780	1,6726	1,8044	1,8643	1,8165	1,7854	1,8909	1,8122	1,9670	1,8182	1,6928	1,8529	1,5753	1,7983	1,8892	1,7361	1,5881
14	1,8990	1,5740	1,7058	1,8339	1,7081	1,6919	1,8620	1,7717	1,8154	1,7196	1,6065	1,7219	1,4817	1,7047	1,7357	1,6457	1,4946
En küçük değer	1,5237	1,5740	1,7058	1,7909	1,7081	1,5201	1,5239	1,7717	1,8154	1,7196	1,6065	1,7219	1,4817	1,5330	1,7357	1,6457	1,4946

Tablo 4.14 Tüm olası ağırlıklar için $F(X, Y)$ değerleri (Üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için 5. Karar verici ve üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için 2 veya 4. Karar verici sıralamasına göre)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	4,0095	3,7699	3,5576	3,5151	3,3454	3,3028	3,3654	3,1331	3,0906	3,0480	3,1507	3,4966	2,9209	2,8783	2,8357	2,9361	2,8922
2	3,8156	3,6033	3,3911	3,3485	3,1788	3,1362	3,2173	2,9665	2,9240	2,8814	3,0026	3,3484	2,7543	2,7117	2,6692	2,7879	2,7441
3	3,6490	3,4368	3,2245	3,1819	3,0122	2,9697	3,0691	2,8000	2,7574	2,7148	2,8544	3,2003	2,5877	2,5451	2,5026	2,6398	2,5959
4	3,6079	3,3478	3,1356	3,0930	2,9233	2,8808	2,9186	2,7110	2,6685	2,6259	2,7064	3,0236	2,4988	2,4562	2,4137	2,4941	2,4516
5	3,4825	3,2702	3,0579	3,0154	2,8457	2,8031	2,9210	2,6334	2,5908	2,5483	2,7063	3,0521	2,4211	2,3786	2,3360	2,4916	2,4478
6	3,4382	3,1813	2,9690	2,9264	2,7567	2,7142	2,7521	2,5445	2,5019	2,4594	2,5398	2,8754	2,3322	2,2896	2,2471	2,3275	2,2850
7	3,3332	3,1185	2,9038	2,8600	2,6892	2,6453	2,7728	2,4745	2,4306	2,3868	2,5582	2,9040	2,2598	2,2160	2,1721	2,3435	2,2996
8	3,2685	3,0147	2,8024	2,7599	2,5902	2,5476	2,5961	2,3779	2,3353	2,2928	2,3814	2,7273	2,1656	2,1231	2,0805	2,1668	2,1229
9	3,2900	2,9913	2,7135	2,7379	2,5012	2,4587	2,4966	2,2890	2,2464	2,2039	2,2843	2,5505	2,0767	2,0342	1,9916	2,0720	2,0295
10	3,1850	2,9704	2,7557	2,7118	2,5410	2,4972	2,6247	2,3263	2,2825	2,2386	2,4100	2,7558	2,1117	2,0678	2,0240	2,1953	2,1515

11	3,0987	2,8481	2,6359	2,5933	2,4236	2,3810	2,4480	2,2113	2,1688	2,1262	2,2333	2,5791	1,9991	1,9565	1,9139	2,0186	1,9748
12	3,1203	2,8215	2,5469	2,5682	2,3347	2,2921	2,3300	2,1224	2,0798	2,0373	2,1177	2,4024	1,9101	1,8816	1,8616	1,9055	1,8789
13	2,9505	2,6518	2,3804	2,3984	2,1681	2,1255	2,1634	1,9558	1,9204	1,9004	1,9512	2,2543	1,8578	1,8377	1,8177	1,7913	1,7713
14	2,9721	2,6733	2,3746	2,4318	2,1343	2,1989	2,1327	1,9879	1,9678	2,0339	1,9851	2,1364	1,9103	1,8902	1,8702	1,8387	1,8186
En küçük değer	2,9505	2,6518	2,3746	2,3984	2,1343	2,1255	2,1327	1,9558	1,9204	1,9004	1,9512	2,1364	1,8578	1,8377	1,8177	1,7913	1,7713

Tablo 4.14. Devamı

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	3,3448	2,5809	2,6775	3,0672	2,8051	3,1301	3,0412	2,4190	2,5904	2,8087	2,9154	2,9362	2,8716	2,8265	3,0674	2,7844	2,5680
2	3,1966	2,4143	2,5294	2,9191	2,6569	2,9820	2,8930	2,2709	2,4422	2,6606	2,7673	2,7881	2,7234	2,6784	2,9192	2,6363	2,4198
3	3,0485	2,2478	2,3813	2,7709	2,5088	2,8338	2,7449	2,1227	2,2941	2,5124	2,6191	2,6399	2,5753	2,5302	2,7711	2,4881	2,2717
4	2,8718	2,1588	2,2393	2,5942	2,3320	2,6571	2,5682	1,9845	2,1174	2,3357	2,4424	2,4632	2,3986	2,3535	2,5944	2,3114	2,0950
5	2,9003	2,0812	2,2331	2,6228	2,3606	2,6857	2,5968	1,9746	2,1459	2,3643	2,4710	2,4918	2,4271	2,3821	2,6229	2,3400	2,1236
6	2,7236	1,9923	2,0727	2,4461	2,1839	2,5089	2,4200	1,8179	1,9692	2,1875	2,2943	2,3151	2,2504	2,2054	2,4462	2,1633	1,9468
7	2,7522	1,9146	2,0850	2,4746	2,2125	2,5375	2,4486	1,8264	1,9978	2,2161	2,3229	2,3436	2,2790	2,2339	2,4748	2,2389	1,9754
8	2,5755	1,8257	1,9082	2,2979	2,0357	2,3608	2,2719	1,6513	1,8211	2,0394	2,1461	2,1669	2,1023	2,0572	2,2981	2,0151	1,7987
9	2,3988	1,8027	1,8401	2,1248	1,8613	2,1841	2,0977	1,6736	1,7124	1,8699	1,9694	1,9902	1,9256	1,8855	2,1213	1,8384	1,6306
10	2,6041	1,8413	1,9368	2,3265	2,0643	2,3894	2,3005	1,8382	1,9248	2,0680	2,1747	2,1955	2,1309	2,0858	2,3933	2,2047	1,9604
11	2,4273	1,7401	1,7601	2,1498	1,8876	2,2127	2,1237	1,6422	1,6898	1,8913	1,9980	2,0188	1,9541	1,9091	2,1584	1,9697	1,7306
12	2,2506	1,7812	1,7324	1,9731	1,7721	2,0359	1,9470	1,6401	1,6232	1,7145	1,8213	1,8420	1,7774	1,7323	1,9732	1,7347	1,5395
13	2,1025	1,8392	1,6766	1,8249	1,6829	1,8878	1,7989	1,7916	1,6464	1,6594	1,7129	1,7266	1,6690	1,6240	1,8892	1,7653	1,6945
14	1,9665	1,8928	1,7291	1,8039	1,6895	1,7939	1,7202	1,7858	1,6023	1,6823	1,6924	1,6861	1,6723	1,6187	1,7357	1,6718	1,6606
En küçük değer	1,9665	1,7401	1,6766	1,8039	1,6829	1,7939	1,7202	1,6401	1,6023	1,6594	1,6924	1,6861	1,6690	1,6187	1,7357	1,6718	1,5395

Tablo 4.12, Tablo 4.13 ve Tablo 4.14'de $F(X, Y)$ fonksiyon değeri için, her bir tabloda, $34 \times 14 = 476$ farklı değer hesaplanmıştır.

Tablo 4.12'de, $F(X, Y)$ fonksiyonunun en küçük değeri, X değeri için 31. sütunda, Y değeri için 14. satırda elde edilmiştir. X 'te yer alan kriterin ağırlığını bulmak için Tablo 4.8'deki 31 numaralı değer, aynı şekilde Y 'te yer alan kriterin ağırlığını bulmak için Tablo 4.11'deki 14 numaralı değerlere bakılır. Bu tablolara göre, üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler için kriter ağırlıkları $X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ için, $w_{x_1} = 0,1$; $w_{x_2} = 0,1$; $w_{x_3} = 0,1$; $w_{x_4} = 0,2$; $w_{x_5} = 0,1$; $w_{x_6} = 0,3$; $w_{x_7} = 0,1$ olarak, üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler için kriter ağırlıkları, $w_{y_1} = 0,3$; $w_{y_2} = 0,4$; $w_{y_3} = 0,3$ olarak elde edilmiştir. Buna göre, Eşitlik (3.15) kullanılarak, Tablo 4.15'deki gibi tedarikçi sıralaması gerçekleştirilir.

Tablo 4.13'te, $F(X, Y)$ fonksiyonunun en küçük değeri, X için 30. sütunda, Y için 14. satırda elde edilmiştir. X 'te yer alan kriterin ağırlığını bulmak için Tablo 4.9'daki 30 numaralı değer, aynı şekilde Y 'de yer alan kriterin ağırlığını bulmak için Tablo 4.11'deki 14 numaralı değere bakılır. Bu tablolara göre, üretimi etkileyen 1. öncelik kriterlere $X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ ait ağırlıklar $w_{x_1} = 0,1$; $w_{x_2} = 0,0$; $w_{x_3} = 0,1$; $w_{x_4} = 0,3$; $w_{x_5} = 0,2$; $w_{x_6} = 0,2$; $w_{x_7} = 0,1$ olarak, üretimi etkileyen 2. öncelik kriterler için ağırlıklar $w_{y_1} = 0,3$; $w_{y_2} = 0,4$; $w_{y_3} = 0,3$ şeklinde elde edilmiştir. Buna göre, Eşitlik (3.15) kullanılarak, Tablo 4.16'deki gibi tedarikçi sıralaması gerçekleştirilir.

Tablo 4.14'te, $F(X, Y)$ fonksiyonunun en küçük değeri, X için 34. sütunda, Y için 12. satırda elde edilmiştir. X 'te yer alan kriterin ağırlığını bulmak için Tablo 4.10'daki 34 numaralı değer, aynı şekilde Y 'de yer alan kriterin ağırlığını bulmak için Tablo 4.11'deki 12 numaralı değere bakılır. Bu tablolara göre, üretimi etkileyen 1. öncelik kriterlere $X = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ ait ağırlıklar $w_{x_1} = 0,1$; $w_{x_2} = 0,1$; $w_{x_3} = 0,2$; $w_{x_4} = 0,2$; $w_{x_5} = 0,1$; $w_{x_6} = 0,2$; $w_{x_7} = 0,1$ olarak, üretimi etkileyen 2. öncelik kriterler için ağırlıklar $w_{y_1} = 0,3$; $w_{y_2} = 0,5$; $w_{y_3} = 0,2$ şeklinde elde edilmiştir. Buna göre, Eşitlik (3.15) kullanılarak, Tablo 4.17'deki gibi tedarikçi sıralaması belirlenmiştir.

Tablo 4.15 Tedarikçi Sıralamaları (Tablo 4.12'ye göre)

w_x, w_y	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,4	0,3				
R_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_1	y_2	y_3	$x_{w_x}(c)$	$x_{w_y}(c)$	Z_c	Sıralama
R_1	0,1667	0,0126	0,0030	0,0978	1,0000	0,2736	1,0000	0,2357	0,0000	0,6829	0,3199	0,2756	0,5955	7
R_2	0,0833	0,0074	0,0004	0,0010	0,0109	0,4802	0,9205	0,3185	0,0237	1,0000	0,2465	0,4050	0,6515	5
R_3	0,3333	0,0023	0,0003	0,0053	1,0000	0,6978	0,7500	0,1720	0,0539	0,4878	0,4190	0,2195	0,6385	6
R_4	0,0000	0,0004	0,0001	0,0021	0,0362	0,0634	0,4659	0,0000	0,0921	0,4390	0,0697	0,1686	0,2383	10
R_5	0,5000	0,0000	0,0002	0,0014	0,0000	1,0000	0,5568	0,6815	0,1119	0,3902	0,4060	0,3663	0,7723	3
R_6	0,0000	0,0149	0,0019	0,1119	0,0870	0,1511	0,1023	0,1062	0,1220	0,6585	0,0883	0,2782	0,3665	9
R_7	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0193	0,6978	0,6932	0,1062	0,1571	0,0000	0,2806	0,0947	0,3753	8
R_8	0,2500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0682	0,0446	0,1900	0,6829	0,5318	0,2942	0,8261	2
R_9	0,1667	0,0015	0,0007	0,0076	0,0109	0,4659	0,2500	1,0000	0,4487	0,6585	0,1843	0,6770	0,8613	1
R_{10}	1,0000	0,0183	0,0032	0,0978	1,0000	0,0602	0,0000	0,1720	1,0000	0,1463	0,2398	0,4955	0,7353	4

Tablo 4.15 'te Z_c değerlerine göre gerçekleştirilen sıralamaya göre, R_9 ilk sırada seçilmiştir.

Tablo 4.16 Tedarikçi Sıralamaları (Tablo 4.13'e göre)

w_x, w_y	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,3				
R_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_1	y_2	y_3	$x_{w_x}(c)$	$x_{w_y}(c)$	Z_c	Sıralama
R_1	0,1667	0,0126	0,0030	0,0978	1,0000	0,2736	1,0000	0,2357	0,0000	0,6829	0,4010	0,2756	0,6766	4
R_2	0,0833	0,0074	0,0004	0,0010	0,0109	0,4802	0,9205	0,3185	0,0237	1,0000	0,1989	0,4050	0,6040	7
R_3	0,3333	0,0023	0,0003	0,0053	1,0000	0,6978	0,7500	0,1720	0,0539	0,4878	0,4495	0,2195	0,6690	6
R_4	0,0000	0,0004	0,0001	0,0021	0,0362	0,0634	0,4659	0,0000	0,0921	0,4390	0,0672	0,1686	0,2357	10
R_5	0,5000	0,0000	0,0002	0,0014	0,0000	1,0000	0,5568	0,6815	0,1119	0,3902	0,3061	0,3663	0,6724	5
R_6	0,0000	0,0149	0,0019	0,1119	0,0870	0,1511	0,1023	0,1062	0,1220	0,6585	0,0916	0,2782	0,3698	8
R_7	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0193	0,6978	0,6932	0,1062	0,1571	0,0000	0,2127	0,0947	0,3074	9
R_8	0,2500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0682	0,0446	0,1900	0,6829	0,6318	0,2942	0,9261	1
R_9	0,1667	0,0015	0,0007	0,0076	0,0109	0,4659	0,2500	1,0000	0,4487	0,6585	0,1394	0,6770	0,8164	3
R_{10}	1,0000	0,0183	0,0032	0,0978	1,0000	0,0602	0,0000	0,1720	1,0000	0,1463	0,3417	0,4955	0,8372	2

Tablo 4.16'da Z_c değerlerine göre gerçekleştirilen sıralamaya göre, R_8 ilk sırada seçilmiştir.

Tablo 4.17 Tedarikçi Sıralamaları (Tablo 4.14'e göre)

w_x, w_y	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	0,2				
R_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y_1	y_2	y_3	$x_{w_x}(c)$	$x_{w_y}(c)$	Z_c	Sıralama
R_1	0,1667	0,0126	0,0030	0,0978	1,0000	0,2736	1,0000	0,2357	0,0000	0,6829	0,2928	0,2073	0,5001	7
R_2	0,0833	0,0074	0,0004	0,0010	0,0109	0,4802	0,9205	0,3185	0,0237	1,0000	0,1985	0,3074	0,5059	6
R_3	0,3333	0,0023	0,0003	0,0053	1,0000	0,6978	0,7500	0,1720	0,0539	0,4878	0,3492	0,1761	0,5253	5
R_4	0,0000	0,0004	0,0001	0,0021	0,0362	0,0634	0,4659	0,0000	0,0921	0,4390	0,0634	0,1339	0,1972	10
R_5	0,5000	0,0000	0,0002	0,0014	0,0000	1,0000	0,5568	0,6815	0,1119	0,3902	0,3060	0,3384	0,6444	4
R_6	0,0000	0,0149	0,0019	0,1119	0,0870	0,1511	0,1023	0,1062	0,1220	0,6585	0,0734	0,2246	0,2980	9
R_7	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0193	0,6978	0,6932	0,1062	0,1571	0,0000	0,2108	0,1104	0,3212	8
R_8	0,2500	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0682	0,0446	0,1900	0,6829	0,6318	0,2450	0,8768	1
R_9	0,1667	0,0015	0,0007	0,0076	0,0109	0,4659	0,2500	1,0000	0,4487	0,6585	0,1378	0,6561	0,7938	3
R_{10}	1,0000	0,0183	0,0032	0,0978	1,0000	0,0602	0,0000	0,1720	1,0000	0,1463	0,2341	0,5809	0,8150	2

Tablo 4.17'de Z_c değerlerine göre gerçekleştirilen sıralamaya göre, R_8 ilk sırada seçilmiştir.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, traktör imalatı yapan bir fabrikada döküm-dövme tedarikçileri için tedarikçi değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirmenin amacı, tedarikçiler arasındaki farklılıkları tespit etmek ve en iyi tedarikçiyi belirlemektir. Buna göre çalışmada, tedarikçi değerlendirmesinde ÇKKV yöntemlerinden birisi olan KEMIRA-M metodu kullanılmıştır. Bu yöntem sayesinde, nicel ve nitel kriterler aynı anda dikkate alınabilmiş ve uzman görüşleri de sürece dahil edilmiştir. KEMIRA-M metodu uygulanırken, kriterler benzerlikleri bakımından iki gruba ayrılmıştır. Bu gruplar, üretimi etkileyen 1. Öncelik kriterler ve üretimi etkileyen 2. Öncelik kriterler olarak tanımlanmıştır. Seçilen 5 karar verici, her iki gruptaki kriterleri kendi içerisinde sıralamışlardır. Elde edilen bu sıralamalara göre her bir grup için MPCs belirlenerek, kriter ağırlıkları uzmanların bu ağırlıklar üzerinde uzlaşa sağlanmasıyla atanmıştır. Atanan kriter ağırlıkları dikkate alınarak ve KEMIRA-M'deki seçim prosedürünün uygulanmasıyla, tedarikçi sıralamaları elde edilmiştir.

Tedarikçi değerlendirmesinde, alternatifleri oluşturan 10 tedarikçi, KEMIRA-M yöntemi kullanılarak sıralandığında 3 farklı sıralama elde edilmiştir. Bu sıralamalardan birincisi, $R_9 > R_8 > R_5 > R_{10} > R_2 > R_3 > R_1 > R_7 > R_6 > R_4$ (Tablo 4.15), ikincisi $R_8 > R_{10} > R_9 > R_1 > R_5 > R_3 > R_2 > R_6 > R_7 > R_4$ (Tablo 4.16), üçüncüsü ise, $R_8 > R_{10} > R_9 > R_5 > R_3 > R_2 > R_1 > R_7 > R_6 > R_4$ (Tablo 4.17) şeklindedir. Elde edilen sıralamalardan da görüldüğü gibi, R_8 tedarikçisi iki sıralamada ilk sırada, R_9 yer alarak en iyi tedarikçi olmuşlardır. R_4 tedarikçisi, üç sıralamada da en son sırada yer almıştır. R_4 tedarikçisi, sıralamalarda en sonda yer alarak, iyileşmeye en açık tedarikçi olarak belirlenmiştir.

Tedarikçi değerlendirmesi kapsamında elde edilen sıralamalar sonucunda, yapılacak iyileştirmeler planlanmalıdır. İyileştirme faaliyetlerine, üretilen traktörlerin kalitesini riske atmamak için en riskli tedarikçilerden başlanmalıdır. Bu kapsamda, bu tedarikçilerden alınan malzemeler için yeni tedarikçilerin araştırılması gereklidir. Örneğin R_4 firmasından tedarik edilen bir parça, R_8 firması ile görüşülerek üretim yapılıp yapılamayacağı sorulabilir veya çalışma kapsamında değerlendirilen 10 firma dışında, başka bir firmalarla görüşülerek tedarik edilebilir.

Parça kalitesi, tedarikçi ve fabrikadaki tüm çalışanlar tarafından önemsenmelidir. Çünkü fabrikada tespit edilemeyen bir hata, traktörün çiftçi tarafından tarlada kullanımı esnasında hayati tehlike oluşturabilecek bir kazaya sebep olabilmektedir. Bu sebeple, tedarikçi değerlendirmesi hem kaliteli üretimin gerçekleştirilmesi hem de insan hayatı açılarından önemli rol oynamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] S. Erpolat Taşabat, N. Cinemre ve S. Şen, “Farklı Ağırlıklandırma Tekniklerinin Denendiği Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Türkiye’deki Mevduat Bankalarının Mali Performanslarının Değerlendirilmesi,” *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, cilt 4, sayı 2, s. 96-110, 2015.
- [2] Kılıçlar Madencilik. “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri.” <https://kiliclardemadencilik.com.tr/isg-yayinlari/cok-kriterli-karar-verme-teknikleri/>
- [3] G. Sarıçalı, “Çok kriterli karar verme yöntemlerinden KEMIRA-M ve COPRAS yöntemlerinin mermer işletmesinde makine seçim sürecine uygulanması,” *Master's thesis*, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2018.
- [4] S. Winter and R. Lasch, “Environmental and social criteria in supplier evaluation – Lessons from the fashion and apparel industry,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 139, pp. 175-190, 2016.
- [5] S. Yousefi, H. Shabanpour, R. Fisher and R. F. Saen, “Evaluating and ranking sustainable suppliers by robust dynamic data envelopment analysis,” *Measurement*, vol. 83, pp. 72-85, 2016.
- [6] F. Çebi ve İ. Otay, “A two-stage fuzzy approach for supplier evaluation and order allocation problem with quantity discounts and lead time,” *Information Sciences*, vol. 339, pp. 143-157, 2016.
- [7] L. Černá and B. Buková, “Supplier Evaluation Methodology in the Logistics Company,” *Procedia Engineering*, vol. 134, pp. 377-385, 2016. doi: 10.1016/j.proeng.2016.01.023
- [8] S. Luthra, K. Govindan, D. Kannan, S. K. Mangla and C. P. Garg, “An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 140, pp. 1686-1698, 2017.
- [9] M. K. Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas, Z. Turskis and J. Antucheviciene, “A new multi-criteria model based on interval type-2 fuzzy sets and EDAS method for supplier evaluation and order allocation with environmental considerations,” *Computers and Industrial Engineering*, vol. 112, pp. 156-174, 2017.

- [10] S. Mousakhani, S. N.-Shirkouhi and A. B.-Amiri, “A Novel Interval Type-2 Fuzzy Evaluation Model based Group Decision Analysis for Green Supplier Selection Problems: A Case Study of Battery Industry,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 168, pp. 205-218, 2017.
- [11] Ke-Qin Wang , Hu-Chen Liu, Liping Liu and Jia Huang, “Green Supplier Evaluation and Selection Using Cloud Model Theory and the QUALIFLEX Method,” *Economic and Business Aspects of Sustainability*, vol. 9, pp. 688, 2017. doi: <https://doi.org/10.3390/su9050688>.
- [12] D. Seth, VSR K. Nemani, S. Pokharel & A.Y. Al Sayed, “Impact of competitive conditions on supplier evaluation: a construction supply chain case study,” *Production Planning & Control – The Management of Operations*, vol. 29, pp. 217-235, 2017. doi: <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1407971>.
- [13] K.G. Durga Prasada, K. Venkata Subbaiah and M.V. Prasad, “Supplier evaluation and selection through DEA-AHP-GRA integrated approach- A case study,” *Uncertain Supply Chain Management*, vol. 5, pp. 369-382, 2017. doi:10.5267/j.uscm.2017.4.001.
- [14] M. K. Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas & J. Antucheviciene, “Supplier evaluation and selection in fuzzy environments: a review of MADM approaches,” *Economic Research*, vol. 30, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/1331677X.2017.1314828>.
- [15] R. Kant and M.V. Dalvi, “Development of Questionnaire to Assess the Supplier Evaluation Criteria and Supplier Selection Benefits,” *Benchmarking: An International Journal*, vol. 24, pp. 359-383, 2017. doi: 10.1108/BIJ-12-2015-0124.
- [16] H. Gitinavard, H. Ghaderi and M. S. Pishvae, “Green supplier evaluation in manufacturing systems: a novel interval-valued hesitant fuzzy group outranking approach,” *Soft Computing*, vol. 22, pp. 6441-6460, 2018. doi : <https://doi.org/10.1007/s00500-017-2697-1>.
- [17] S. Bali and S. S. Amin, “An analytical framework for supplier evaluation and selection: a multi-criteria decision making approach,” *International Journal of Advanced Operations Management*, vol. 9, 2017. doi: <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2017.085632>.
- [18] T.-H. Wu, C.-H. Chen, N. Mao and S.-T. Lu, “Fishmeal Supplier Evaluation and Selection

- for Aquaculture Enterprise Sustainability with a Fuzzy MCDM Approach,” *Fuzzy Techniques for Decision Making*, vol. 9, 2017. doi: <https://doi.org/10.3390/sym9110286>.
- [19] A.E. Cengiz, O. Aytakin, I. Ozdemir, H. Kusan and A. Cabuk, “A Multi-Criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection,” *Procedia Engineering*, vol. 196, pp. 294-301, 2017. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.202>.
- [20] M. Xue, C. Fu, N.-P. Feng, G.-Y. Lu, W.-J. Chang and S.-L. Yang, “Evaluation of supplier performance of high-speed train based on multi-stage multi-criteria decision-making method,” *Knowledge-Based Systems*, vol. 162, pp. 238-251, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.07.013>.
- [21] J. Li, H. Fang and W. Song, “Sustainability evaluation via variable precision rough set approach: a photovoltaic module supplier case study,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 192, pp. 751-765, 2018. doi : <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.248>.
- [22] S. A. Khan, S. Kusi-Sarpong, F. K. Arhin and H. Kusi-Sarpong, “Supplier sustainability performance evaluation and selection: A framework and methodology,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 205, pp. 964-979, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.144>.
- [23] B. M. dos Santos, L. P. Godoy and L. M.S. Campos, “Performance Evaluation of Green Suppliers using Entropy-TOPSIS-F,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 207, pp. 498-509, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.235>.
- [24] L. Demir, M. E. Akpınar, C. A. ve M. A. Ilgin, “A Green Supplier Evaluation System Based on a New Multi-Criteria Sorting Method: VIKORSORT,” *Expert Systems with Applications*, vol. 114, pp. 479-487, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.07.071>.
- [25] L. H. Van, V. F. Yu, L. Q. Dat, C. C. Dung, S.-Y. Chou and N. V. Loc, “New Integrated Quality Function Deployment Approach Based on Interval Neutrosophic Set for Green Supplier Evaluation and Selection,” *Economic and Business Aspects of Sustainability*, vol. 10, 2018. doi: [10.3390/su10030838](https://doi.org/10.3390/su10030838).
- [26] C.-N. Wang, V. T. Nguyen, D. H. Duong and H. T. Do, “A Hybrid Fuzzy Analytic Network Process (FANP) and Data Envelopment Analysis (DEA) Approach for Supplier Evaluation and Selection in the Rice Supply Chain,” *Fuzzy Techniques for Decision Making 2018*, vol. 10, 2018. doi : [10.3390/sym10060221](https://doi.org/10.3390/sym10060221).

- [27] C.-N. Wang, Y.-F. H., I-F. Cheng and V. T. Nguyen, "A Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) Approach Using Hybrid SCOR Metrics, AHP, and TOPSIS for Supplier Evaluation and Selection in the Gas and Oil Industry," *Performance Measurement and Optimization for Sustainable Production Processes Improvement*, vol. 6, 2018. doi: <https://doi.org/10.3390/pr6120252>.
- [28] M. Alkahtani, A. Al-Ahmari, H. Kaid and M. Sonboa, "Comparison and evaluation of multi-criteria supplier selection approaches: A case study," *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 11, 2019. doi: 10.1177/1687814018822926
- [29] H. Lau, D. Nakandala and P. K. Shum, "A Business Process Decision Model for Fresh-food Supplier Evaluation," *Business Process Management Journal*, vol. 24, 2018. doi: 10.1108/BPMJ-01-2016-0015
- [30] S. K.-Sarpong, M. L. Varela, G. Putnik, P. Ávila and J. Agyemang, "SUPPLIER EVALUATION AND SELECTION: A FUZZY NOVEL MULTICRITERIA GROUP DECISION-MAKING APPROACH," *International Journal for Quality Research*, vol. 12, pp. 459-486, 2018. doi: 10.18421/IJQR12.02-10.
- [31] X. He and J. Zhang, "Supplier Selection Study under the Respective of Low-Carbon Supply Chain: A Hybrid Evaluation Model Based on FA-DEA-AHP," *Sustainable Supply Chain System Design and Optimization*, vol. 10, 2018. doi: <https://doi.org/10.3390/su10020564>
- [32] N. Zarbakhshnia and T. J. Jaghdani, "Sustainable supplier evaluation and selection with a novel two-stage DEA model in the presence of uncontrollable inputs and undesirable outputs: a plastic case study," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 97, pp. 2933-2945, 2018.
- [33] M. Paunovic, N. M. Ralevic, V. Gajovic, B. M. Vojinovic and O. Milutinovic, "Two-Stage Fuzzy Logic Model for Cloud Service Supplier Selection and Evaluation," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 1, pp. 1-11, 2018. doi: 10.1155/2018/7283127.
- [34] M. Jemmali, M. Alharbi and L. K. B. Melhim, "Intelligent Decision-making Algorithm for Supplier Evaluation Based on Multi-criteria Preferences," *2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)* doi: 10.1109/CAIS.2018.8441992.

- [35] I. Dobos and G. Vörösmarty, “Inventory-related costs in green supplier selection problems with Data Envelopment Analysis (DEA),” *International Journal of Production Economics*, vol. 209, pp. 374-380, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.022>
- [36] Ž. Stević, D. Pamučar, A. Puška and P. Chatterjee, “Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement Alternatives and Ranking according to COMpromise Solution (MARCOS),” *Computers & Industrial Engineering*, vol. 140, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>.
- [37] M. Giannakis, R. Dubey, I. Vlachos and Y. Ju, “Supplier Sustainability Performance Evaluation using the Analytical Network Process,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 247, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119439>.
- [38] E. B. Tirkolaee, A. Mardani, Z. Dashtian, M. Soltani and G.-W. Weber, “A Novel Hybrid Method Using Fuzzy Decision Making and Multi-Objective Programming for Sustainable-Reliable Supplier Selection in Two-Echelon Supply Chain Design,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 250, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119517>.
- [39] J.-T. Wong, “Dynamic procurement risk management with supplier portfolio selection and order allocation under green market segmentation,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 253, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119835>.
- [40] Y. T. Negash, J. Kartika, M.-L. Tseng and K. Tan, “A novel approach to measure product quality in sustainable supplier selection,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 252, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119838>.
- [41] R. Davoudabadi, S. M. Mousavi and E. Sharifi, “A new integrated weighting and ranking model based on entropy, DEA and PCA considering two aggregation approaches for resilient supplier selection problem,” *Journal of Computational Science*, vol. 40, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2019.101074>.
- [42] C. Bai, S. Kusi-Sarpong, H. B. Ahmadi and J. Sarkis, “Social sustainable supplier evaluation and selection: a group decision-support approach,” *International Journal of Production Research*, vol. 57, pp. 7046-7067, 2019. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1574042>.
- [43] M. Tavassoli, R. F. Saen and D. M. Zanjirani, “Assessing Sustainability of Suppliers: A

Novel Stochastic-Fuzzy DEA Model,” *Sustainable Production and Consumption*, vol. 21, pp. 78-91, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.11.001>.

- [44] J. Chai and E. Ngai, “Decision-making techniques in supplier selection: Recent accomplishments and what lies ahead,” *Expert Systems with Applications*, vol. 140, 2019. doi: [10.1016/j.eswa.2019.112903](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112903).
- [45] A. Shishodiaa, P. Verma and V. Dixit, “Supplier evaluation for resilient project driven supply Chain,” *Computers & Industrial Engineering*, vol. 129, pp. 465-478, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.02.006>.
- [46] Y. Liua, C. Eckert, G.Yannou-Le Bris and G.Petit, “A fuzzy decision tool to evaluate the sustainable performance of suppliers in an agrifood value Chain,” *Computers & Industrial Engineering*, vol. 127, pp. 196-212, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.022>.
- [47] J. J.H. Liou, Y.-C. Chuang, E. K. Zavadskas and G.-H. Tzeng, “Data-driven hybrid multiple attribute decision-making model for green supplier evaluation and performance improvement,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 241, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118321>
- [48] N. Jain and A.R. Singh, “Sustainable supplier selection under must-be criteria through Fuzzy inference system,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 248, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119275>.
- [49] H. Gao, Y. Ju, E. D.R. Santibanez Gonzalez and W. Zhang, “Green supplier selection in electronics manufacturing: An approach based on consensus decision making,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 245, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118781>.
- [50] L. Tong, Z. Pu and J. Ma, “Maintenance Supplier Evaluation and Selection for Safe and Sustainable Production in the Chemical Industry: A Case Study,” *Safety, Resilience and Sustainability of Industrial Processes and Chemical Plants*, vol. 11, 2019. doi: <https://doi.org/10.3390/su11061533>.
- [51] X.-G. Xu, H. Shi, L.-J. Zhang and H.-C. Liu, “Green Supplier Evaluation and Selection with an Extended MABAC Method Under the Heterogeneous Information Environment,” *Advanced Methodologies for Sustainability Assessment: Theory and Practice*, vol. 11, 2019. doi: <https://doi.org/10.3390/su11236616>.

- [52] T. Laosirihongthong, P. Samaranayake and S. Nagalingam, "A holistic approach to supplier evaluation and order allocation towards sustainable procurement," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 26, pp. 2543-2573, 2019. doi: <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2018-0360>.
- [53] C.-N. Wang, C.-Y. Yang and H.-C. Cheng, "Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Model for Supplier Evaluation and Selection in a Wind Power Plant Project," *Operations Research Using Fuzzy Sets Theory*, vol. 7, 2019. doi: <https://doi.org/10.3390/math7050417>.
- [54] C.-N. Wang, C.-Y. Yang and H.-C. Cheng, "A Fuzzy Multicriteria Decision-Making (MCDM) Model for Sustainable Supplier Evaluation and Selection Based on Triple Bottom Line Approaches in the Garment Industry," *Performance Measurement and Optimization for Sustainable Production Processes Improvement*, vol. 7, 2019. doi: <https://doi.org/10.3390/pr7070400>.
- [55] A. Noorizadeh, A. Peltokorpi and N. K. Avkiran, "Supplier Performance Evaluation in Construction Projects: Challenges and Possible Solutions," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 145, 2019. doi: [10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001616](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001616).
- [56] M. A. Kaviani, A. K. Yazdi, L. Ocampo and S. Kusi-Sarpong, "An integrated grey-based multi-criteria decision-making approach for supplier evaluation and selection in the oil and gas industry," *Kybernetes*, vol. 49, 2019. doi: [10.1108/K-05-2018-0265](https://doi.org/10.1108/K-05-2018-0265).
- [57] Q. Hou and L. Xie, "Research on Supplier Evaluation in a Green Supply Chain," *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2019. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/2601301>.
- [58] Y. Cheng, J. Peng, X. Gu, X. Zhang, W. Liu, Z. Zhou, Y. Yang and Z. Huang, "An intelligent supplier evaluation model based on data-driven support vector regression in global supply Chain," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 139, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.047>.
- [59] M. M. Hasan, D. Jiang, A.M.M. S. Ullah and Md. N.-E-Alam, "Resilient supplier selection in logistics 4.0 with heterogeneous information," *Expert Systems with Applications*, vol. 139, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.07.016>.
- [60] K.-S. Chen, T.-C. Chang and C.-C. Huang, "Supplier Selection by Fuzzy Assessment and

Testing for Process Quality under Consideration with Data Imprecision,” *Mathematics* vol. 8, 2020. doi: <https://doi.org/10.3390/math8091420>.

- [61] C.-N. Wang, H.-T. Tsai, T.-P. Ho, V.-T. Nguyen, Y.-F. Huang, “Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Model for Supplier Evaluation and Selection for Oil Production Projects in Vietnam,” *Processes*, vol. 8, 2020. doi: 10.3390/pr8020134.
- [62] M. Yazdani, A. E. Torkayesh and P. Chatterjee, “An integrated decision-making model for supplier evaluation in public healthcare system: the case study of a Spanish hospital,” *Journal of Enterprise Information Management*, 2020. doi: 10.1108/JEIM-09-2019-0294.
- [63] G.Vörösmarty and I.Dobos, “A literature review of sustainable supplier evaluation with Data Envelopment Analysis,” *Journal of Cleaner Production*, vol.264, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121672>.
- [64] H. Lau, P. K.C.Shum, D. Nakandala, Y. Fan and C. Lee, “A game theoretic decision model for organic food supplier evaluation in the global supply chains,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 242, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118536>.
- [65] N. V. Najafi, A. A. Khamseh and A. Mirzazadeh, “An Integrated Sustainable and Flexible Supplier Evaluation Model under Uncertainty by Game Theory and Subjective/Objective Data: Iranian Casting Industry,” *Global Journal of Flexible Systems Management*, vol. 21, pp, 309-322, 2020.
- [66] M. Segura, C. Maroto, B. Segura and J. C. Casas-Rosal, “Improving Food Supply Chain Management by a Sustainable Approach to Supplier Evaluation,” *Mathematics*, vol. 8, 2020. doi: <https://doi.org/10.3390/math8111952>.
- [67] E. K. Delice, ve N. Arslan, “KEMIRA-M Yöntemi ile Kişisel Kullanıcılar İçin Dron Seçimi: Bir Uygulama,” *Endüstri Mühendisliği*, cilt 31, sayı 2, s. 159-179, 2020.
- [68] A. Krylovas, E. K. Zavadskas, and N. Kosareva, “Multiple criteria decision-making KEMIRA-M method for solution of location alternatives,” *Economic Research*, vol. 29, no. 1, pp. 50-65, 2016. doi: 10.1080/1331677X.2016.1152560
- [69] P. Toktaş, and G. F. Can, “Stochastic KEMIRA-M approach with consistent weightings,” *International Journal of Information Technology & Decision Making*, vol. 18, no. 03, pp.

793-831, 2019. doi: 10.1142/S0219622019500123

- [70] G. Sarıçalı, ve N. Kundakcı, “Forklift Alternatiflerinin KEMIRA-M Yöntemi ile Değerlendirilmesi,” *Optimum Journal of Economics & Management Sciences/Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, cilt 4, sayı 1, s. 35-53, 2017.
- [71] Ö. Kış, G. F. Can, and P. Toktaş, “Warehouse location selection for an electricity distribution company by KEMIRA-M method,” *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 26, no. 1, pp. 227-240, 2020. doi: 10.5505/pajes.2019.98354
- [72] P. Toktaş, ve G. F. Can, “Şantiyelerin iş sağlığı ve güvenliği açısından risk düzeylerine göre KEMIRA-M yöntemi ile sıralanması,” *Ergonomi*, cilt 1, sayı 3, s. 123-136, 2018. doi: <https://doi.org/10.33439/ergonomi.480397>.
- [73] G. Sarıçalı, ve N. Kundakcı, “BÜTÜNLEŞİK KEMIRA-M VE COPRAS YÖNTEMİ İLE MERMER İŞLETMESİ İÇİN KATRAK MAKİNESİ SEÇİMİ,” *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, cilt 10, sayı 20, s. 1028-1061, 2019. doi: <https://doi.org/10.36543/kauibfd.2019.044>.
- [74] E. K. Delice, and G. F. Can, “A new approach for ergonomic risk assessment integrating KEMIRA, best–worst and MCDM methods,” *Soft Computing*, vol. 24, no. 19, pp. 15093-15110, 2020.
- [75] A. Krylovas, S. Dadelo, N. Kosareva and E. K. Zavadskas, “Entropy-KEMIRA Approach for MCDM Problem Solution in Human Resources Selection Task,” *International Journal of Information Technology and Decision Making*, vol. 16, 2017. doi: 10.1142/S0219622017500274.
- [76] N. Arslan, “HTEA tabanlı FUCOM & KEMIRA-M entegre yöntemi ile sağlık sektöründe risk değerlendirme,” Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2020.
- [77] D. Cengiz, “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Karşılaştırmalı Analiz,” Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2012.