

**PROJE TİPİ BİR İŞLETMEDE 2-TUPLE MULTIMOORA YÖNTEMİ İLE
TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

**SUPPLIER SELECTION AT A PROJECT BASED COMPANY WITH 2-TUPLE
MULTIMOORA APPROACH**

BURCU ÇELEBİ

Başkent Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2014

“PROJE TİPİ BİR İŞLETMEDE 2-TUPLE MULTIMOORA YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından, 10/06/2014 tarihinde, **ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof.Dr.Fulya ALTIPARMAK

Danışman

Prof.Dr.Fatma PAKDİL

Üye

Yrd.Doç.Yusuf Tansel İÇ

ONAY

../06/2014

Prof.Dr. Emin AKATA

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Sayın Prof.Dr.Fatma PAKDİL'e (Tez danışmanı), çalışmamın her anında yanımda olduğu ve karşılaştığım her güçlükte bilgi ve deneyimiyle kolaylıkla çözüm bulduğu için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez süreci boyunca özverisini ve desteğini esirgemeyen canım eşim Yankı ÇELEBİ'ye çok teşekkür ediyorum.

Ve tabii ki beni bugünlere getiren canım aileme..

ÖZ

PROJE TİPİ BİR İŞLETMEDE 2-TUPLE MULTIMOORA YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Burcu ÇELEBİ

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez çalışmasının amacı, şirketlerin tedarikçi seçimi aşamasında göz önünde bulundurdukları kriterlerin farklı yapılara (gerçek sayı, sayı aralıkları veya kişiye göre değişebilen sözlü ifadeler) sahip olması durumunda, alternatif tedarikçilerin değerlendirilmesi ve en iyi alternatifin belirlenmesi için bütünsel bir yaklaşım geliştirmektir. Çalışma kapsamında tedarik zinciri ve tedarikçi seçim süreci tanımlanarak, tedarikçi seçiminde dikkat edilmesi gereken noktalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Tedarikçi seçimi için Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemlerinden MULTIMOORA yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde sözlü olarak ifade edilen kriterlerin yer alması nedeniyle dilsel kullanım yolu olarak 2 Tuple kullanımı tercih edilmiştir. Oluşturulan 2 Tuple MULTIMOORA yöntemi, savunma sanayi sektöründe proje bazlı faaliyet gösteren bir işletmede uygulanarak, işletmeye uygun tedarikçi seçim modeli oluşturulmuş olup, aday tedarikçiler arasında bir sıralama yapılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Tedarikçi seçimi, MULTIMOORA, 2-Tuple Dilsel set.

Danışman: Prof.Dr. Fatma PAKDİL

ABSTRACT

SUPPLIER SELECTION AT A PROJECT BASED COMPANY WITH 2-TUPLE MULTIMOORA APPROACH

Burcu ÇELEBİ

Baskent University Institute of Sciences

Industrial Engineering Department

The purpose of this thesis is to point out a comprehensive approach to what criterion that suppliers have in different levels (real numbers, number intervals or any other incalculable values), companies take into consideration when deciding which suppliers are the best alternatives for them to work with. In this thesis; the concepts of supply chain and supplier selection process are defined; as well as taking a detailed look into what criteria should be taken into consideration in the process of supplier selection. So as to make an appropriate evaluation amongst multiple supplier alternatives, a Multi Criteria Decision Making model called MULTIMOORA is used. In addition to this approach, 2 Tuple linguistic sets are also used as a verbal expression way because of the existence of incalculable criteria being dealt with. Finally, 2 Tuple MULTIMOORA approach is created and utilized in a project based company in defense industry sector in the way that implemented creates a supplier selection model as well as specifically ranking the candidate suppliers.

KEYWORDS: Supplier Selection, MULTIMOORA, 2-Tuple Linguistic set.

Thesis Advisor: Prof.Dr. Fatma PAKDİL

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

Sayfa

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER LİSTESİ.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
2.TEDARİK ZİNCİRİ VE YÖNETİMİ.....	3
2.1 Tedarik zinciri.....	3
2.2 Tedarik Zinciri Yönetimi.....	8
2.2.1 Tedarik zinciri yönetimi tanımı.....	8
2.2.2 Tedarik zinciri yönetiminin yararları.....	10
2.2.3 Tedarik zinciri yönetiminin amaçları.....	12
2.2.4 Tedarik zinciri yönetiminin avantajları.....	13
2.2.5 Tedarik zinciri yönetiminin dezavantajları.....	14
2.2.6 Tedarik zinciri yönetimi performansını etkileyen unsurlar.....	14
2.3 Tedarikçi Seçimi.....	15
2.3.1 Tedarikçi seçiminin önemi.....	15
2.3.2 Tedarikçi seçimi problemi.....	17
2.3.3 Tedarik seçimi problemlerinde dikkate alınan stratejik yaklaşımlar....	18
2.3.4 Tedarikçi seçim süreci.....	22
2.3.5 Tedarikçi seçim sürecinde kullanılan kriterler.....	23
2.3.6 Tedarikçi seçiminde yapılan hatalar.....	27
2.3.7 Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemler.....	29
3.ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME (ÇÖKV).....	33
3.1 ÇÖKV Tanımı.....	33
3.2 ÇÖKV Süreci Aşamaları.....	36
3.3 Tedarikçi Seçiminde Kullanılan ÇÖKV Yöntemleri ve Sınıflandırılması.....	38
3.3.1 Doğrusal ağırlıklandırma yöntemleri.....	38

3.3.2	Maliyet yöntemleri.....	43
3.3.3	Matematiksel programlama yöntemleri.....	43
3.3.4	İstatistiksel yöntemler.....	45
3.4	Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemlerin Değerlendirilmesi.....	45
3.5	Çalışmada Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesi.....	47
3.6	MOORA Metodu.....	48
3.6.1	Tanım.....	48
3.6.2	Literatür araştırması (MOORA VE MULTIMOORA).....	49
3.6.3	MOORA metodlarının yapısı ve akışı.....	50
4.	BULANIK MANTIK.....	56
4.1	Belirsizlik ve Kesin Olmayış.....	56
4.2	Bulanık Ortamda Karar Verme.....	59
4.3	Klasik ve Bulanık Kümeler.....	60
4.4	Üyelik Dereceleri ve Üyelik Fonksiyonu.....	61
4.5	Kelimeler ile Hesaplama (Computing With Words).....	65
4.6	2 Tuple Dilsel Gösterim.....	67
4.6.1	2 Tuple dilsel yaklaşımı için kullanılan tanımlar ve eşitsizlikler.	70
4.7	2 Tuple MULTIMOORA.....	74
5.	ÇOK ÖLÇÜTLÜ KRİTERLER İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA.....	79
5.1	İşletme Hakkında Bilgi.....	79
5.2	Problem Tanımı.....	81
5.3	Alternatif Tedarikçilerin Belirlenmesi.....	81
5.4	Kriterlerin Belirlenmesi ve Verilerin Hazırlanması.....	82
5.4.1	Referans kriteri.....	83
5.4.2	Tasarım yeteneği kriteri (TY).....	84
5.4.3	Fiyat revizyonu (artış yönünde) yüzdesi kriteri (FRY).....	88
5.4.4	Sipariş iptal yüzdesi kriteri (SİY).....	89
5.4.5	Portal kullanımı yüzdesi kriteri (PKY).....	90
5.4.6	Hammadde hurda yüzdesi kriteri(HDY).....	92
5.4.7	Hammadde saklama koşulları kriteri (HSK).....	93
5.4.8	Sevkiyat şartlarına uyum/paketleme yüzdesi kriteri (SŞP).....	96
5.4.9	Coğrafi konum kriteri (CK).....	97
5.4.10	Zamanında teslimat yüzdesi kriteri (ZTY).....	101

5.4.11	Kalite puanı kriteri (KP).....	102
5.5	2 Tuple MULTIMOORA Uygulaması.....	104
6.SONUÇ	122
KAYNAKLAR LİSTESİ	124

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1	(Min ve Zhou, [7])'e göre tedarik zincirindeki akış.....	5
Şekil 2.2	Tedarik Zinciri Faaliyetleri (Hugos, [8])	7
Şekil 2.3	Klasik tedarik zinciri yönetimi elemanları (Özdemir, [15])	9
Şekil 2.4	Çoklu tedarik modeli (Wang ve Yang, [38])	20
Şekil 2.5	Tedarikçi seçim sürecine etki eden faktörler (Wilson, [42]).....	25
Şekil 2.6	Tedarikçi seçim yöntemleri (Görener, [27]).....	31
Şekil 3.1	Hiyerarşi modeli.....	41
Şekil 3.2	MOORA ve MULTIMOORA akış şeması	51
Şekil 4.1	A kümesinin üyelik fonksiyonu grafiği	62
Şekil 4.2	B kümesinin üyelik fonksiyonu grafiği	63
Şekil 4.3	Üçgen üyelik fonksiyonu grafiği	63
Şekil 4.4	Yamuk üyelik fonksiyonu grafiği.....	64
Şekil 4.5	Kelimeler ile hesaplama planı	65
Şekil 4.6	3 seviyeli dilsel set grafiği	68
Şekil 4.7	5 seviyeli dilsel set grafiği	69
Şekil 4.8	6 seviyeli dilsel sette örnek α gösterimi	70
Şekil 4.9	5 seviyeli dilsel sette örnek 2 Tuple değer grafiği	71
Şekil 5.1	İşletmeye ait satın alma süreci akışı	80
Şekil 5.2	7 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği	87
Şekil 5.3	5 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği	95
Şekil 5.4	5 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği	100
Şekil 5.5	b_{12} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesişim grafiği	107
Şekil 5.6	b_{87} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesişim grafiği	108
Şekil 5.7	b_{102} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesişim grafiği	110
Şekil 5.8	5 seviyeli dilsel set değer grafiği	112
Şekil 5.9	b_{78} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesişim grafiği	112

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1	Tedarik zinciri optimizasyonunun işletmeye sağladığı katma değeri.	11
Tablo 2.2	Dickson'ın tedarikçi değerlendirme kriterleri ve sonuç değerleri	26
Tablo 2.3	Tedarikçi seçim problemlerinin çözümünde kullanılan yaklaşımlar...	32
Tablo 3.1	ÇAKV ve ÇÖKV karşılaştırma tablosu	35
Tablo 3.2	Saaty önem skalası	41
Tablo 3.3	Literatürde tedarikçi seçiminde kullanılan AHP çalışmaları	42
Tablo 3.4	Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemlerin değerlendirilmesi	46
Tablo 3.5	MOORA ile diğer ÇÖKV yöntemlerinin karşılaştırılması	50
Tablo 5.1	Belirlenmiş olan alternatif tedarikçilerin tablosu	82
Tablo 5.2	Belirlenmiş olan kriterler tablosu	83
Tablo 5.3	Referans kriteri veri tablosu	84
Tablo 5.4	Tasarım yeteneği skala ve tanım tablosu	85
Tablo 5.5	Tasarım yeteneği kriteri anket sonuçları tablosu	86
Tablo 5.6	7 seviyeli dilsel değerler	86
Tablo 5.7	Tasarım yeteneği kriteri dilsel veri seti tablosu	87
Tablo 5.8	Fiyat revizyonu kriteri veri tablosu	89
Tablo 5.9	Sipariş iptal yüzdesi kriteri veri tablosu	90
Tablo 5.10	Portal kullanım yüzdesi kriteri veri tablosu	91
Tablo 5.11	Hammadde hurda yüzdesi kriteri veri tablosu	93
Tablo 5.12	Hammadde saklama koşulları skala ve tanım tablosu	94
Tablo 5.13	Hammadde saklama koşulları kriteri anket sonuçları tablosu	94
Tablo 5.14	5 seviyeli dilsel değerler	95
Tablo 5.15	Hammadde saklama koşulları dilsel veri seti tablosu	96
Tablo 5.16	Hammadde hurda yüzdesi kriteri veri tablosu	97
Tablo 5.17	Coğrafi konum skala ve tanım tablosu	98
Tablo 5.18	Coğrafi konum kriteri anket sonuçları tablosu	99
Tablo 5.19	5 seviyeli dilsel değerler	99
Tablo 5.20	Coğrafi konum dilsel veri seti tablosu	100
Tablo 5.21	Zamanında teslimat yüzdesi kriteri veri tablosu	102
Tablo 5.22	Kalite puanı kriteri veri tablosu	103
Tablo 5.23	Alternatifler-kriterler değer tablosu	104
Tablo 5.24	Normalize edilmiş değer tablosu	105
Tablo 5.25	2 Tuple değer tablosu	114
Tablo 5.26	Aynı amaç fonksiyonuna dönüştürülmüş 2 Tuple değer tablosu	116
Tablo 5.27	Oran sistemi için hesaplanmış y_{ij} değer tablosu	116
Tablo 5.28	Oran sistemi için alternatiflerin sıralı tablosu	117
Tablo 5.29	Referans noktası için hesaplanan max_{uij} değer tablosu	117
Tablo 5.30	Referans noktası için hesaplanan d_{ij} değer tablosu	118
Tablo 5.31	Referans noktası için alternatiflerin sıralı tablosu	118
Tablo 5.32	Tam çarpım form için hesaplanmış uij değer tablosu	119
Tablo 5.33	Tam çarpım form için alternatiflerin sıralı tablosu	119
Tablo 5.34	2 tuple MULTIMOORA alternatiflerin sıralı tablosu	120

Tablo 5.35	Baskınlık metoduna göre alternatif tedarikçi sıralaması	120
Tablo 5.36	Kalite puanına göre yapılacak olan tedarikçi sıralaması.....	121
Tablo 5.37	Mevcut durum sıralaması ve 2-Tuple MULTIMOORA sıralaması...	121

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ERP	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
MPS	Master Production Schedule (Ana Üretim Planlaması)
MRP	Material Resource Planning (Malzeme İhtiyaç Planlaması)
ÇKKK	Çok Kriterli Karar Verme
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
VZA	Veri Zarflama Analizi
MOORA	Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis
MULTI-MOORA	Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis Plus The Full Multiplicative Form
S	Dilsel Etiket
α	Sembolik Değişim Parametresi
β	Sembolik Yığın Operasyonu değeri

1. GİRİŞ

Günümüzde, değişen pazar ve rekabet koşullarıyla beraber işletmelerin pazarın gerisinde kalmamak, pazar payını düşürmemek için mevcut koşullara uyum sağlaması gerekmektedir. Özellikle hızla ilerlemekte olan teknolojik gelişmeler sayesinde üretim süresi daha hızlı ve verimli, ürünler daha kaliteli olabilmekte ve ürün çeşitliliği yaratılmaktadır. Bütün bu gelişmelerin sonucu olarak da rekabet artmakta ve Pazar genişlemektedir.

Müşteri taleplerindeki ürün çeşitliliğinin artması, beklentilerin yükselmesi sayesinde artık işletmeler tek bir tedarikçi ile çalışamaz hale gelmiş ve farklı ürünleri farklı birçok tedarikçiden tedarik etmeyi tercih etmeye başlamışlardır. İşletmenin farklı birçok tedarikçi ile çalışması da, nihai ürün teslimatlarının müşteriye istenen zamanda, kalitede ve maliyette sunulabilmesi açısından, tedarik zincirinin sağlam bir şekilde kurulması ve yönetilmesini gerektirmektedir. Bu noktada çalışılacak olan tedarikçilerin seçim sürecinin ciddi bir stratejik karar süreci olduğu görülmektedir.

Birçok tedarik zincirinde tedarikçi seçim süreci aşamasında dikkat edilecek kriterlerin belirlenmesi, bu kriterlerin önem dereceleri, alternatif tedarikçiler ve karar vericiler önemli birer etken olarak görülmektedir. Bu çalışma, birden fazla seçim alternatifi bulunan ve birçok kişinin karar vermesi gereken gerçek hayattaki koşullarda, alternatif en iyi tedarikçiyi seçmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda ikinci bölümde, tedarik zinciri ve yönetimi, tedarik zincirinin avantaj ve dezavantajları, tedarik zincirine etki eden faktörler ve tedarikçi seçim sürecinden bahsedilmiştir. Tedarikçi seçim probleminin öneminin vurgulanmasının yanında tedarikçi seçim sürecinde dikkate alınacak kriterlerin belirlenmesi konularında detaylı bilgi verilip, tedarikçi seçim sürecinde kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, tedarikçi seçim problemlerinin de içerisinde yer aldığı çok ölçütlü karar verme kavramına değinilmiş olup, tedarikçi seçiminde kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bu çalışmada kullanılacak olan

MULTIMOORA yönteminin tanımı yapılarak, yöntem hakkında detaylı bir şekilde yapılan literatür araştırmasına yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde, tedarikçi seçimindeki kriterlerin ölçülememesi yalnızca sözlü olarak ifade edilmesi durumlarında çözüm amaçlı kullanılmakta olan bulanık mantık ile ilgili detaylı tanımlamalar yer almakta olup, 2 Tuple dilsel dönüşüm tekniği ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

Beşinci bölümde, uygulamanın yapılacağı işletme hakkında ve işleyişi ile ilgili bilgi verilmiş olup, 2 Tuple MULTIMOORA tekniği kullanılarak en uygun tedarikçinin seçimi ve alternatif tedarikçilerin sıralanması yapılmıştır.

Altıncı ve son bölümde ise, proje bazlı faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin tedarikçi seçim performansının değerlendirilerek, elde edilmiş tedarikçi seçim sıralamasının değerlendirilmesi ve öneriler kısmı yer almaktadır.

2. TEDARİK ZİNCİRİ VE YÖNETİMİ

Bu bölümde tedarik zinciri yönetimi kavramı genel olarak ele alınmaktadır. Tedarik zinciri kavramı incelendikten sonra tedarikçi seçimi konusu üzerinde durulmaktadır.

2.1 Tedarik zinciri

Bugün içinde bulunduğumuz ekonomik koşullar ve pazardaki rekabetin artması ile birlikte, işletmeler kendi bünyelerinde tedarik zinciri yönetiminde sürecin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için yollar araştırmaya ve kullanmaya başlamışlardır. Pazardaki rekabet ortamında üstünlük sağlayabilmek ve varlıklarını sürdürebilmek amacıyla işletmeler, sahip oldukları kaynakları en verimli şekilde değerlendirerek, en yüksek kalite ve minimum maliyetle süreci yönetmek zorundadırlar. İşletmelerin zorlu rekabet ortamında müşteri taleplerini en iyi şekilde karşılaması amacıyla, üretimin gerçekleştirilmesi ve üretimden sonra müşteriye kadar uzanan tedarik zincirini herhangi bir aksamaya olmaksızın yönetmeleri gerekmektedir.

Tedarik, sözlük anlamı olarak “araştırıp bulmak, sağlamak” anlamlarına gelmektedir. İşletme hem pazarda rekabet ortamında geride kalmamak, hem de müşteri memnuniyeti için istenen ürünlerini en kaliteli şekilde ve minimum maliyet ile karşılamak zorundadır. Bu nedenle tedarik fonksiyonu işletmeler için önemli bir fonksiyondur. İşletmelerde tedarik fonksiyonu, genelde satın alma bölümü tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu bölüm, müşterilerin talepleri doğrultusunda düzenlenen ihtiyaç listelerindeki malzemelerin, istenilen kriterlere uygun bir şekilde ve miktarda satın alınmasından sorumlu bölümdür. Satın alma bölümü sadece kendi içerisinde dinamik bir yapıya sahip olmayıp, işletme içerisindeki tüm ilgili bölümler ile aktif bir etkileşim halinde olup, ürünün talep edilmesi, üretimi, sevkiyat koşulları, depolanması vb süreçlerinde de görev almaktadır. Tedarik fonksiyonlarını yerine getiren bölümlerin işletme içerisindeki ana görev ve sorumlulukları aşağıda belirtilmektedir (Metz, [1]);

- İhtiyaç duyulan malzemenin özelliklerini, olanaklar dahilinde standartlaştırmak ve amaca uygun nitelik gösteren malzemeyi satın almak üzere kontrolden geçirmek,
- En uygun tedarik kaynaklarını seçmek ve işin teslimi dahil, satın alma koşullarını belirlemek,
- Teslimatın öngörülen zamanda, kalitenin ve miktarın istenen şekilde olup olmadığını izlemek,
- Satın alma konusuna giren her türlü maddenin temini ile ilgili olarak, ilgili bölümler ve tedarikçiler arasındaki sözleşmenin yapılmasına nezaret etmek ve bunu yönetmek,
- Tedarik edilen ürünlerin kalitesinin yükseltilmesi amacıyla sürekli olarak yeni ve daha etkin tedarikçileri, yeni malzemeleri ve ürünleri araştırmak.

Tedarik zinciri, arzın ve talebin yönetilmesi, hammaddelerin tedariki, üretim, depolama, sipariş yönetimi ve müşterilere nihai ürünlerin dağıtımı vb faaliyetleri kapsamakta ve tüm bu faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli olan bilgi sistemlerini de içermektedir (Yüksel, [2]).

Tedarik zincirinin tanımı; hammadde siparişi ve elde edilmesinden, mamullerin üretilmesine ve müşteriye dağıtımına kadar olan kurumsal fonksiyonlara uzanan bir faaliyetler dizisidir.

Literatürde tedarik zinciri hakkında yapılan çeşitli tanımlamalar yer almaktadır;

Metz [1]'e göre tedarik zinciri “ Hammadde seviyesinden başlayarak son kullanıcıya kadar ürünlerin hareketi ile ilgili olan faaliyetlerin tümüdür.” Bunlar kaynak ve tedarik, üretim planlama, sipariş süreci, doküman yönetimi, nakliye, depolama ve müşteri hizmetlerini içermektedir.

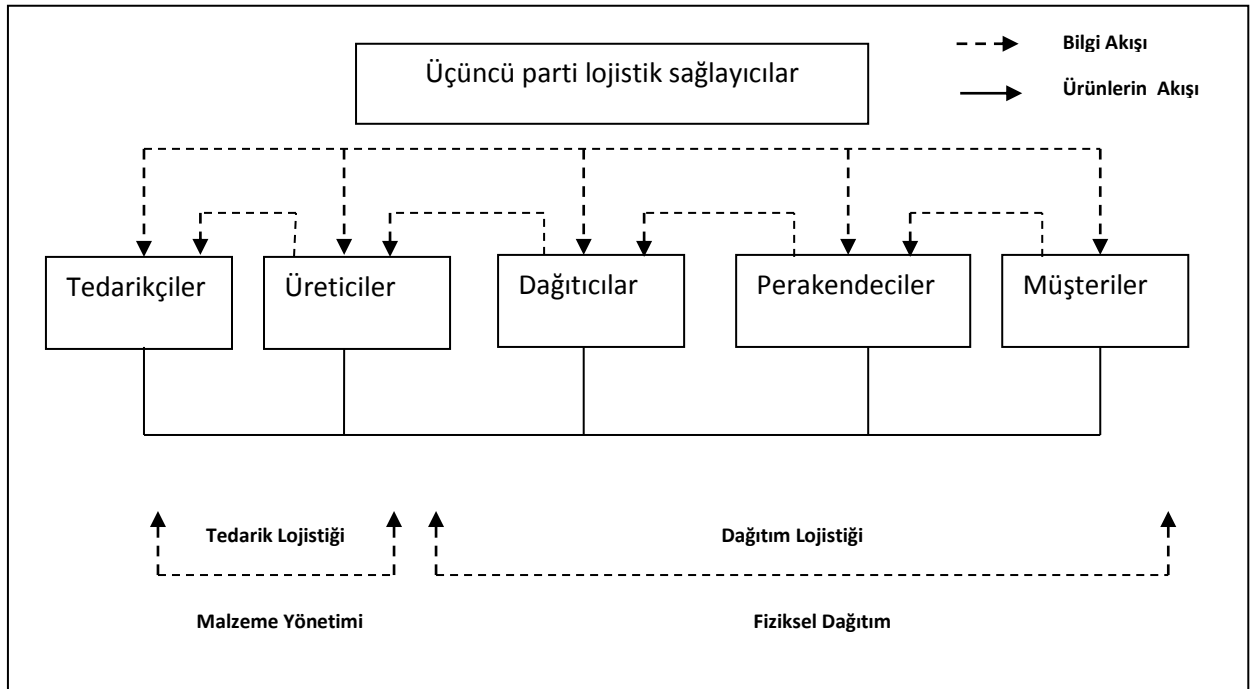
Monczka ve Trecha [3]'e göre tedarik zinciri, bağlantılı bilgi akışının yanı sıra ürünlerin hammadde safhasından son kullanıcıya kadar akışıyla ve dönüştürülmesiyle bağlantılı bütün faaliyetleri içine alır.

Şen [4]'e göre tedarik zinciri, mal ve hizmetlerin tedarik aşamasından, üretimine ve nihai tüketiciye ulaşmasına kadar birbirini izleyen tüm halkaları kapsar. İş süreçleri açısından bakıldığında, tedarik zinciri; satış süreci, üretim, doküman yönetimi, malzeme temini, dağıtım, tedarik, satış tahmini, müşteri hizmetleri vb pek çok alanı içermektedir.

Simchi-Levi ve Kaminsky [5]'e göre tedarik zinciri; tedarikçiler, üretim merkezleri, üçüncü parti lojistik sağlayıcıları, depolar ve dağıtım merkezlerinden oluşmakta ve malzemeler/nihai ürünler bu merkezler arasında akmaktadır.

Seçme ve Özdemir [6] ise tedarik zincirini hammaddeleri temin etmek, bu hammaddeleri bitmiş ürünlere dönüştürmek ve bu ürünleri müşterilere dağıtmak için organize edilmiş, tedarikçiler, üretim tesisleri, depolar ve dağıtım kanallarından oluşan bir ağ olarak tanımlamışlardır.

Tedarik zincirinde, iki yönlü malzeme ve bilgi akışı yer almaktadır (Min ve Zhou, [7]). Bu akış Şekil 2.1'de gösterilmektedir.

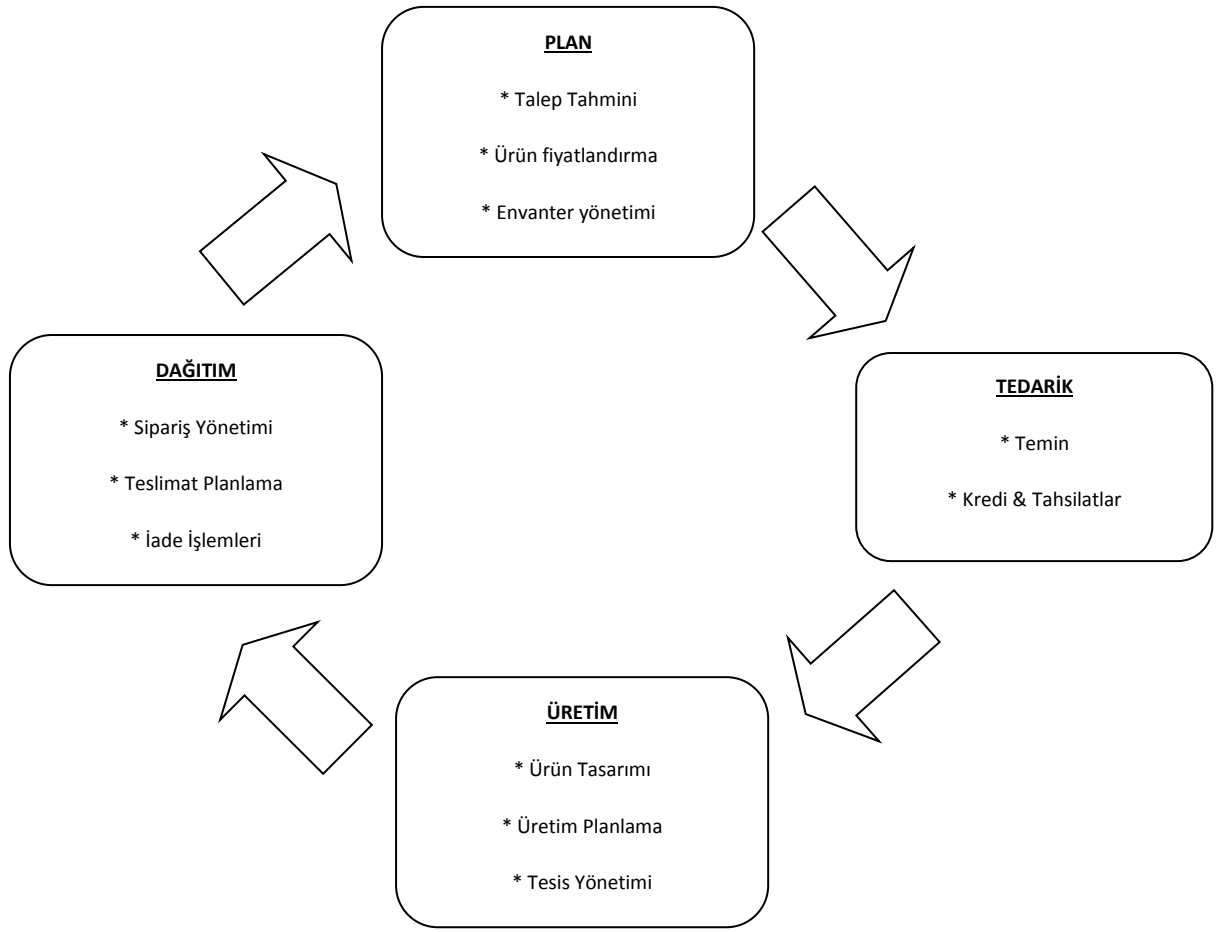


Şekil 2.1 (Min ve Zhou, [7])'e göre tedarik zincirindeki akış

Şekilde belirtildiği üzere, hammadde tedarikinden başlanarak, ürünün son ürüne dönüştürülmesi, depolanması ve dağıtılması operasyonlarını içeren süreçte, ürün akışı tedarikçilerden müşterilere doğru gerçekleşmektedir. Müşterinin düşük fiyat ve yüksek kalitede beklentilerine uygun olarak işleyen bu süreçte bilgi ve para akışı ise ters yönde olmaktadır (Stadtler ve Kilger, [11]).

Pazardaki rekabetin artması ile birlikte, son yıllarda işletmeler, faaliyetlerini geliştirme yollarını araştırmaya başlamışlardır. Zorlu rekabet şartları karşısında varlıklarını sürdürme hedefiyle ve rekabet avantajı yaratmak için işletmeler, kaynaklarını en yüksek verimlilikte, en yüksek kalitede, en düşük maliyetle sağlamak zorundadır. İşletmelerin zorlu rekabet şartlarında değişen müşteri taleplerine uygun esnek bir üretimi gerçekleştirebilmesi ve üretimden en son müşteriye kadar uzanan tedarik zinciri içerisindeki aksaklıkları ve sorunları gidermesi gerekir. Bu amaçlar, aşağıda maddeler halinde belirtildiği şekilde tedarik zinciri faaliyetlerinin etkin olarak yürütülmesi gerekir (Hugos, [8]). Bu faaliyetler Şekil 2.2'de verilmektedir.

- Plan: Tedarik zincirindeki tüm faaliyetlerin planlanması gerekir. Diğer üç kategorideki faaliyetlerin de organize edilmesini içerir.
- Tedarik: Bu kategorideki faaliyetler, ürün veya hizmet üretmek için ihtiyaç duyulan girdilerin elde edilmesini içerir.
- Üretim: Bu kategori, bir tedarik zincirinin sağladığı ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi ve yapılması için gereken faaliyetleri kapsar. SCOR (Supply Chain Operations Reference) modeli, ürün tasarımı ve geliştirme sürecini kapsamaktadır.
- Dağıtım: Müşterilerden siparişlerin alınması ve ürünlerin müşterilere teslim edilmesi gibi faaliyetler bu kategoride yer almaktadır.



Şekil 2.2 Tedarik Zinciri Faaliyetleri (Hugos, [8])

Tedarik zinciri yaklaşımı, şirketlerin kendi iç çalışmalarını en uygun ve en basit bir şekilde getirirken, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çakışmasını incelemekte ve çalışmaları iyileştirmek suretiyle şirketlerin tüketiciye karşı yerine getirmeleri gereken sorumlulukları en uygun duruma getirme olanaklarını da sağlamaktadır (Göktürk, [9]). Bu bakımdan tedarik zincirinin temel amaçlarını özetlemek gerekirse (Demirdöğen ve Küçük, [10]);

- Stok seviyesinin minimizasyonu,
- Kalitenin iyileştirilmesi,
- Teslim sürelerinin iyileştirilmesi,
- Esneklik,

- Tedarik zinciri boyunca tüm birimler arasında koordinasyonun sağlanması ve kapasitenin dengelenmesidir.

İşletmelerin yukarıda belirtilmiş olan amaçları yerine getirebilmeleri için tedarik fonksiyonlarını en iyi şekilde yönetmeleri gerekmektedir. Bu zorunluluk, yeni bir yönetim felsefesi olan tedarik zinciri yönetimini doğurmuştur (Stadtler ve Kilger, [11]).

2.2 Tedarik Zinciri Yönetimi

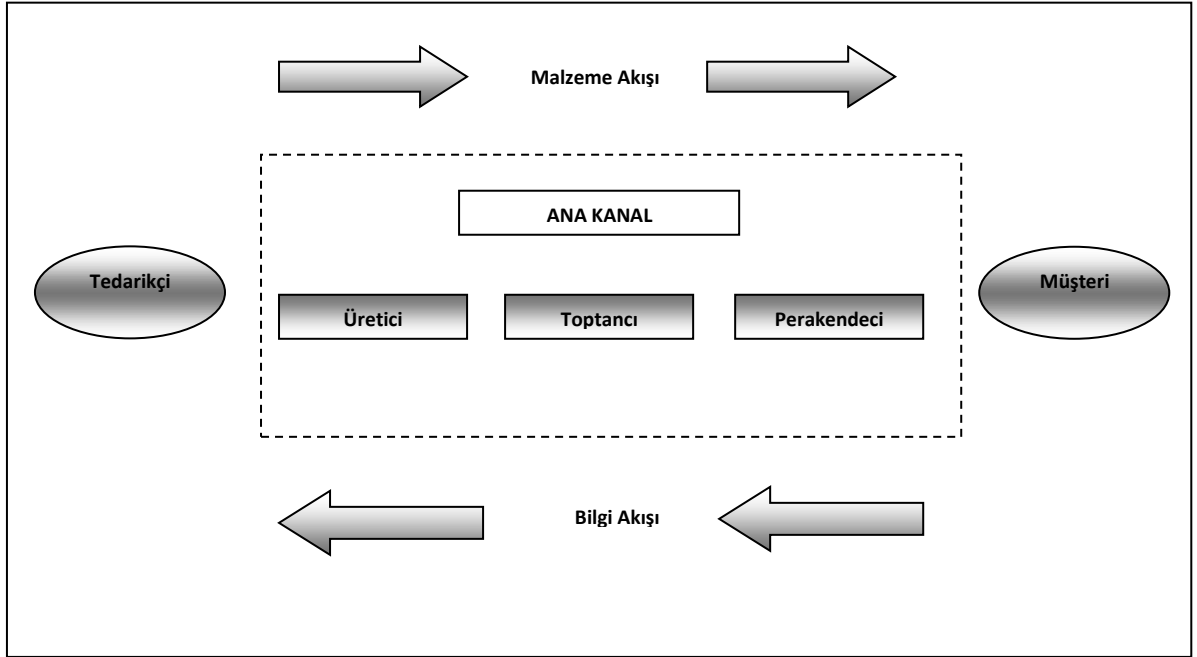
2.2.1 Tedarik zinciri yönetimi tanımı

Tedarik zinciri yönetim sistemi şirketin tedarik faaliyetlerini yönetmesi ve etkin sonuçları elde edebilmesi için iç kaynakları bir bütün halinde, eksiksiz ele alan bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Sınırların başlangıç noktasını tüketici ve bitiş noktasını hammadde temin ve tedarik edenler almaktadır (Boer vd., [12]).

Tedarik zinciri yönetim sistemi, şirketin dışındaki tedarik işlerini sağlayanların yönetilmesi ve bunlarla etkin çalışması için şirketin iç kaynaklarını bir bütün halinde ele alan temel bir işletme sistemi olarak tanımlanmaktadır. Burada amaç, şirketin imalat kapasitesinin artırılması, piyasaya karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini üstlenenler arasında ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla şirketin çalışmasının ileriye götürülmesidir (Yıldızöz, [13]).

Tedarik zinciri yönetiminde, malzemenin temininden nihai müşteriye ulaştırılıncaya kadar tedarik zincirinde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşteriler arasında malzeme, para ve bilginin yönetimi gerçekleştirilmektedir (Tan, [14]).

Bu durum Şekil 2.3'deki gibi gösterilmektedir.



Şekil 2.3 Klasik tedarik zinciri yönetimi elemanları (Özdemir, [15])

Literatürde, tedarik zinciri yönetimine ilişkin çok fazla tanım yer almaktadır. Bunların bazıları şu şekildedir;

Tedarik zinciri yönetimi, tedarik zincirinin ve bu zincir içerisinde yer alan tüm işletmelerin uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu işletmelere ait işletme fonksiyonlarının ve planlarının, zincirdeki tüm işletmeleri kapsayacak şekilde, stratejik ve sistematik koordinasyonudur. Müşteri ve diğer paydaşlar için değer oluşturan ürün, hizmet ve bilgi sağlamak amacıyla ilk tedarikçiden son tüketiciye kadar olan kilit iş süreçlerinin entegrasyonudur (Tanyaş, [16]).

Tedarik zinciri yönetimi; hammadde ve malzemelerin satın alınması, ürünlerin üretim, dağıtım ve son kullanıcı tarafından tüketimini sağlayan prosedür, faaliyet

ve işlevlerin uyumlu biçimde bir araya getirilmesidir (Küçük ve Ecer, [17]; Demirdöğen ve Küçük, [10]).

Tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin iç kaynaklarının bütünleştirilerek dış kaynaklarla etkin biçimde çalışmasının sağlanmasıdır. Buradaki temel amaç: geliştirilmiş üretim kapasitesi, pazar duyarlılığı ve müşteri /tedarikçi ilişkileri gibi işletmenin tüm performansını oluşturan değerlerin artırılmasıdır. Tedarik zinciri yönetimi, hammaddelerin temininden imalat ürünlerine ve buradan da tüketiciye işlenmiş ürünlerin dağıtımına kadar tüm tedarik zinciri boyunca bilgiye dayalı karar alınmasına olanak vermektedir. Tedarik zinciri yönetiminin en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için hem zincir boyunca bilgi akışının en etkin duruma getirilmesi, hem de tüketici hizmeti düzeyleri ile ilişkili amaçların yerine getirilebilmesi için tedarik zincirindeki eldeki mevcut kaynakların toplamının en uygun şekilde kullanılması gerekir (Metz,[1]).

2.2.2 Tedarik zinciri yönetiminin yararları

Etkili bir tedarik zinciri yönetimi, işletmenin üretim ve pazarlamaya ilişkin faaliyetlerini olumlu yönde etkileyerek; müşteri memnuniyetinin, etkililiğinin ve verimliliğinin artırılmasını sağlamaktadır. Etkili bir tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağlayacağı yararlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Bayrakçıgil, [18]);

- Girdilerin teminini garantileyerek, üretimin devamlılığını sağlar.
- Tedarik süresini kısaltarak, pazardaki değişikliklere kısa sürede cevap verilebilmesini sağlar.
- Tüketici taleplerini en iyi şekilde karşılayarak kaliteyi artırır.
- Teknoloji kullanarak, yeniliği teşvik eder.
- Toplam maliyetleri azaltır.
- İşletmenin tüm bilgi, materyal ve para akışı yönetilebilir duruma gelir.

Etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağladığı faydalara ilişkin yapılan bir çalışmada; tedarik zinciri optimizasyonu ile işletmeye sağlanan katma değer Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1 Tedarik zinciri optimizasyonunun işletmeye sağladığı katma değer (Tutkun, [19])

Teslimat performansının iyileştirilmesi	%15-28
Envanterin azaltılması	%25-60
Sipariş karşılama oranının iyileştirilmesi	%20-30
Talep tahmin başarısı	%25-80
Tedarik çevrim süresinin kısaltılması	%30-50
Toplam lojistik maliyetlerinin azaltılması	%25-50
Verimlilik/Kapasite kullanım oranı artışı	%10-20
Hizmet düzeyinin ve kalitesinin artması	%8-13
Envanter üzerindeki kontrol düzeyinin yükselmesi	%25-35
Müşteri beklentilerinin karşılanması	%10-15
Operasyonel karmaşıklıkların yok edilmesi	%8-20
Gecikme ve beklemlerin en aza indirilmesi	%15-25

Etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağladığı faydaların yanı sıra, tedarik zincirinin kötü yönetilmesiyle de işletmeye gelebilecek zararlar;

- Gereğinden fazla stok bulundurmak, dolayısıyla kâr kayıpları,
- Taleplerin karşılanamaması ve yanlış yönlendirilen müşteri beklentileri sonucunda müşteri kaybı,
- Rakiplere karşı kaybedilen pazar payı,
- Operasyonel belirsizlikleri giderebilmek amacıyla planlamaya ayrılan çok fazla zaman sonucunda üretim kayıplarının oluşması,
- Zamanında ve istenilen miktardaki ürünü teslim etmek konusundaki yetersizlikler dolayısıyla ortaklık fırsatlarının veya rekabet avantajlarının kaçırılması şeklinde sıralanabilir (Göktürk, [9]).

2.2.3 Tedarik zinciri yönetiminin amaçları

Tedarik zinciri yönetiminin temel amacı; bir ürünün tedarik zinciri aşamalarındaki her bir organizasyonun aynı amaçlar doğrultusunda çalışarak, ürünün oluşturulmasında en etkili (maliyet, zaman, fayda vb. açılarından) yolların seçilmesidir. Bu nedenle, tedarik zincirini oluşturan firmalar birbirinden bağımsız organizasyonlar olarak düşünülemez. Her bir zincir üyesi hem kendi performansını geliştirmeli, hem de diğer zincir üyelerinin performansları ile de ilgili olmalıdır. Aksi takdirde, aynı zincirdeki diğer üyelerin başarısızlığı tüm zinciri olumsuz yönde etkileyecektir. Bu nedenle, son zamanlarda tedarik zinciri yönetimi literatüründe tedarik zinciri üyelerinin performanslarının değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmalar ve araştırmalar önemli bir yer tutmaktadır. Bir tedarik zinciri, genellikle tedarikçiler, üreticiler ve dağıtıcılardan oluşmaktadır. Bu durumda, performans değerlendirmesi; tedarik performansı, üretim performansı ve dağıtım performansı olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Tedarikçi yönetimi, tedarik zincirinin başarısının gerekli bir bileşenini oluşturmaktadır. Tedarikçi performansının ve yeteneklerinin yetersiz olmasıyla karşı karşıya kalan üretici firmalar, tedarik zincirlerinin en zayıf noktalarının performansını ve kabiliyetlerini arttırmak için tedarikçi değerlendirme ve geri besleme, tedarikçi tanımlama ve tedarikçi eğitimi gibi tedarikçi geliştirme uygulamalarını gerçekleştirebilmektedirler (Akman ve Alkan, [20]).

Shapiro [21]'e göre hammadde temininden üretime ve dağıtımla son müşteriye kadar bir malın ulaşabilmesi için değer zincirinde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşteriler arasında malzeme/ürün, para ve bilginin akışının yönetimi olarak tanımlanan tedarik zinciri yönetiminin temel amaçları şu şekilde özetlenebilir;

- Müşteri tatminini arttırmak
- Çevrim zamanını kısıtlamak
- Stok ve stokla ilgili maliyetlerin azaltılmasını sağlamak
- Ürün hatalarını azaltmak
- Taşımaların optimizasyonunu sağlamak
- Sipariş karşılama oranını arttırmak

- Tedarik zinciri ile ilgili sorunlar hakkında bilgi sahibi olmak

Tedarik zinciri yönetiminde belirtilmiş olan bu amaçların en iyilenmesi konusunda ele alınan kritik başarı faktörleri şu şekilde belirtilmiştir (Sakallı, [22]);

- Doğru ürün,
- Doğru miktar,
- Doğru zaman,
- Doğru yer,
- Yüksek esneklik,
- En az toplam maliyet,
- En kısa çevrim süresi ve
- En az toplam stok seviyesi.

2.2.4 Tedarik zinciri yönetiminin avantajları

Başlangıç noktası tüketici, bitiş noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine bunların tamamını ifade eden tek bir firma görünümündeki tedarik zinciri; şirketlerin iç çalışmalarını en uygun ve basit bir şekilde getirmekle kalmayıp, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemekte ve çalışmalarını iyileştirmek suretiyle de şirketlerin tüketiciye karşı yapmaları gerekenleri en uygun duruma getirme imkânlarını da sağlamaktadır (Tutkun, [19]).

Tedarik zincir yönetimi; fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktıların geliştirilmesini ve uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlamaktadır. Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları; çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temel oluşturur. Uyumlu strateji, haberleşme liderliği ve iş süreci yönetimini geliştirirler. Müşteri/tedarikçi yoğunlaşmasını sağlar ve sanayinin vizyonunu ve araştırmasını en iyi uygulamalar içerisinde birleştirir. Dolayısıyla tedarik zinciri yönetiminin beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün alanlarda ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin gerçek etki derecesi, tedarik zincirinde yarattığı görüş yeteneğindedir (Göktürk, [9]).

2.2.5 Tedarik zinciri yönetiminin dezavantajları

Üretim firmalarının tamamı tedarik zinciri yönetim sistemlerine sahiptir. Ancak bunlardan birçoğu geliştirilmemiş, karmaşık ve kontrol edilmez durumdadır. Benzer şekilde bazı firmalarda tam bütünleşme ve birleşik fonksiyonel sistemi gerçekleştirememiştir. Rekabet pozisyonunun geliştirilmesi durumunda firmanın süreklilik içinde nerede olduğunun incelenmesi gereklidir. Tedarik zinciri yönetimi; bazen öncelikli faaliyetler nedeniyle çok zaman kaybına neden olur ve bu nedenle istenilen seviyede tedarik zinciri yönetim uygulaması elde edilemez. Yanlış girişimler üzerine yoğunlaşma gereksiz masraflara sebep olur (Tutkun, [19]).

2.2.6 Tedarik zinciri yönetimi performansını etkileyen unsurlar

Tedarik zinciri performansı günümüzde rekabet ortamında daha da önemli hale gelmiştir. Tedarik zincirleri, firmaların rekabet stratejilerine uygun olarak verimli ve hızlı yanıt verebilme yeteneklerini dengeleyecek şekilde tasarlanmalı ve ortak amaca uygun olarak performans göstermelidir. Tedarik zincirinin bu performansına etki eden faktörler ise şu şekilde sıralanmıştır (Chopra ve Meindl, [23]).

- Tesisler: Üretim ve depolama tesisleri şeklinde ikiye ayrılır. Tesisler tedarik zincirinde ürünlerin depolandığı, birleştirildikleri ya da üretildikleri fiziksel yerleşimlerdir. Tesis politikaları, zincirin hız ve verimlilik değişkenlerine etki edebilmektedir. Örneğin, müşteriye yakın birçok depo oluşturmak hızlı yanıt yeteneğine olumlu katkı sağlar, fakat pek de verimli değildir. Az ama büyük depolar oluşturulması verimlidir, fakat müşteri taleplerini karşılamada hızlı değildir. Tedarik zincirindeki tesis kararları dikkatle değerlendirilmelidir. Bunun için zincir içerisindeki tüm kaynaklardan alınan veriler dikkatle incelenmelidir.
- Envanter: Tedarik zinciri içerisindeki hammadde, yarı mamul ve bitmiş ürünlerden oluşmaktadır. Envanter politikasındaki alınan değişik kararlara genellikle verimli ve hızlı yanıt verilirken aynı zamanda verimlilik de düşer, tam tersi durumda ise müşteri talepleri hızlı bir şekilde karşılanamaz.

- Ulaştırma: Tedarik zincirinde noktadan noktaya envanterin hareketlerini belirtir. Hızlı ve pahalı bir ulaşım aracı kullanılarak müşteri talebine çabuk yanıt verebilirken, artan maliyetlerden dolayı verimlilik düşer. Diğer durumlarda ise, düşük fiyatlı taşıma araçları ile verimlilik sağlanırken hızlı yanıt verebilme yeteneği azalmaktadır. Ulaştırma kararlarında zincirin amaçları doğrultusunda hareket edilmeli ve planlama yapılmalıdır.
- Bilgi: Tedarik zinciri üzerinde tesis, envanter, taşıma, maliyet, fiyat ve müşterilere ait veri ve analizlere genel olarak bilgi denir. Bilgi, diğer tüm faktörleri etkileyeceği için tedarik zincirindeki önemi ve etkisi diğerlerine göre daha fazladır. Bilginin tüm zincir elemanlarınca kolay ulaşılabilir ve doğru olması zincirin performansını doğrudan etkilemektedir. Bilgiye kolayca ulaşılması ve doğru bilginin oluşturulması için hem bilişim sistemleri, hem de uygun alt yapı ve veri tabanı kullanılmalıdır. Veri tabanının doğru bilgilerle doldurulmasında süreç içerisindeki tüm firma ve faaliyetlere ait bilgilerin sürekli güncellenmesi önemlidir.
- Kaynak: Tedarik zincirinde üretim, depolama, taşıma ve bilgi yönetimini kimin yapacağını seçilmesi kaynak faktörü oluşturmaktadır. Bu stratejik kararlar, hangi fonksiyonların firma tarafından hangilerinin ise dış kaynak kullanılarak yapılacağı belirlenir.
- Fiyatlama: Firmanın, ürün ve hizmetleri için ne kadar para talep edeceğini belirler. Bu da tedarik zincirinin performansını verimlilik ve hızlı yanıt bakımından etkiler.

2.3 Tedarikçi Seçimi

2.3.1 Tedarikçi seçiminin önemi

Son yıllardaki rekabetçi pazar koşulları, organizasyonları çok kısa sürede değişen farklı müşteri isteklerini karşılayabilecek çözümler bulmaya yöneltmektedir. Organizasyonlar, bu rekabet ortamında karlılıklarını arttırmak için değişik özelliklere, fonksiyonlara ve tasarıma sahip ürünleri üretebilecek esnekliğe sahip olmalıdır. Bunun başarılabilmesi için tedarikçilerden müşteriye kadar uzanan malzeme ve bilgi akışını sağlayan tedarik zincirinin etkin bir şekilde yönetilmesi

gerekir. Tedarik zincirinin en önemli unsurlarından olan tedarikçilerin işletmenin stratejilerine uygun ve işletmeyi hedeflerine ulaştıracak nitelikte olması gerektiği için doğru tedarikçinin seçilmesi işletmeler açısından önemli bir karar problemidir (Özel ve Özyörük, [24]).

Son zamanlarda endüstride pek çok yenilik, gelişme ve değişik olmuştur. Bunun nedeni müşteri taleplerindeki artış, teknolojik imkânlar ve yeniliklerdir. Teknolojik değişmelere bağlı olarak müşterilerin ihtiyaçları gelişmiş, daha düşük fiyat ve daha yüksek kaliteyi aynı zamanda talep etmeye başlamışlardır. Yeni gelişmelerle birlikte birçok ülkede şiddetli rekabet oluşmuş, organizasyonlar müşteri ihtiyacını yeni ürünlerle ve servislerle karşılamak, buna paralel olarak da yeni tedarikçilerle işbirliği yapmak zorunda kalmışlardır (Dağdeviren ve Eren, [25]; Tam ve Tummala, [26]).

Firmalar arasında yoğun rekabetin yaşandığı günümüzde doğru tedarikçilerle çalışmanın önemi oldukça büyüktür. Bu amaçla işletmeler, istemiş oldukları kalite düzeyinde hizmet verebilecek, maliyet açısından uygun ve talep değişkenlerine karşı esnek olabilecek tedarikçilerle çalışmak istemektedirler. Tedarikçilerle çalışan ana işletmelerin beklentilerinin çeşitliliği ve fazlalığı nedeniyle tedarikçi seçimi, işletmelerin karşılaştıkları güç problemlerden birisidir (Görener, [27]). Bundan dolayı işletmeler için verilmesi gereken önemli kararlardan biri, tedarikçi seçimidir (Tam ve Tummala, [26]). Tedarikçi seçimi, üretimin yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan hammadde, yarı mamul ve malzemelerin hangi tedarikçiden ne miktarda ve hangi dönemlerde alınmasına yönelik kararın verilme süreci olarak tanımlanabilir (Ghodsypour ve O'Brien, [28]; Benyoucef vd., [29]). Tedarikçi seçimi bir tedarik zincirindeki en önemli unsurlardan birisidir, çünkü bir tedarik zincirinin hedeflerine ulaşmasındaki maliyet, kalite, teslimat ve hizmet kriterlerinde tedarikçilerin performansları kilit role sahiptir (Amid vd., [30]).

2.3.2 Tedarikçi seçimi problemi

Tedarikçi seçimi karar verme sürecinde, stratejik ve organizasyonel faktörler ile ölçülebilen ve ölçülemeyen bir çok kriter ve alt kriter yer almaktadır (Benyoucef vd., [29]). Tedarikçi seçimi, tüm bu kriterlerin dikkate alınmasını ve karar verme sürecine birçok departman yöneticisinin veya karar vericisinin dahil edilmesini gerektiren, zor bir karar problemidir (Choy vd., [31]).

Tedarikçilerin seçilmesinde kullanılan kriterler işletmeden işletmeye farklılık gösterse de ulaşılmak istenen ortak amaç, ürünü veya hizmeti tedarik etme olasılığı yüksek tedarikçileri saptamak ve bunlardan en iyisini seçebilmektir (Kahraman vd., [32]).

Bu yüzden, tedarikçi seçimi problemi çözümlenmesi zor olan problemler sınıfında yer almaktadır. Bunun üç temel nedeni vardır (Muralidharan vd., [33]);

- Problemi oluşturan kriterleri (firma bilinirliği, maliyet, kalite vb.), tedarikçi seçimi probleminde kullanılabilir hale getirmenin oldukça zor olması ve bu kriterlerin bazılarının nitel, bazılarının da nicel olarak ifade edilmesi
- Seçim aşamasında, bazen birbirleriyle çelişen veya birbirini tamamlamayan kriterlerin olması ve
- Çok sayıda tedarikçinin olmasıdır.

Boer vd., [12]'e göre bir tedarikçi seçim problemi genel olarak dört basamaktan oluşmaktadır;

- Problemin tanımı
- Karar kriterlerinin tanımlanması
- Potansiyel tedarikçilerin seçimi ve
- Son seçim

İşletmelerde, genel anlamda tedarikçi seçim sürecinde izlenen akışın bu şekilde olduğunu söylemek mümkündür.

2.3.3 Tedarik seçimi problemlerinde dikkate alınan stratejik yaklaşımlar

a) Kaynakların coğrafi yeri:

Tedarikçinin coğrafi konumu tedarikçi seçimi yapılırken göz önünde bulundurulması gereken en önemli etkenlerden biridir. Tedarikçinin alıcıya yakın olması, taşıma ve hizmet avantajlarını beraberinde getirecektir. Eğer kabul edilebilir yakınlıkta bulunan yeteri sayıda tedarikçi var ise tedarikçi listesi hazırlanırken uzaktaki tedarikçiler bu listeye katılmayabilir. Ancak tedarikçi sayısı az ve coğrafi açıdan da dağılmış durumda iseler kaynağın yeri daha az önemli hale gelir (Keçeci, [34]).

b) Tedarikçi firmanın büyüklüğü:

Birçok alıcı firmanın sıkça karşılaştığı durumlardan biri de büyük veya küçük ölçekli bir firma ile çalışma kararıdır. Firma büyüklüğü satın alma süreci için güvence olmakla beraber, her iki ölçekteki firma ile çalışmanın da avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar literatürde şu şekilde belirtilmiştir (Keçeci, [34]);

Küçük ölçekli firmalar ile çalışmanın avantajları:

1. Alıcının ihtiyaçlarına karşı daha dikkatli olunması
2. İkili ilişkilerin özellikle yönetim seviyesinde daha kişisel olması ve
3. Alıcının özel isteklerine karşı daha hızlı tepki verilmesi

Büyük ölçekli firmalarla çalışmanın avantajları:

1. Artan siparişi karşılayacak yedek kapasite olanağı ve acil durumlarla daha etkili şekilde başa çıkabilme ve
2. Alıcının kullanabileceği özel yetenek ve bilgi birikimi

c) Çalışılacak tedarikçi sayısı:

Tedarikçi seçim sürecinde amaç riski azaltmak ve alıcının toplam değerini en çoklamaktır. Az sayıda güvenilir tedarikçiyle çalışılması maliyet ve işlemler açısından fayda sağlasa da, gelecekte tedarikçiler açısından oluşabilecek öngörülemeyen riskleri barındırarak kırılabilirliğe yol açar. Fazla sayıda tedarikçi ise beraberinde yüksek maliyetleri getirecektir. Öte yandan fazla sayıda tedarikçiyle çalışılması rekabetin getireceği kalite, düşük fiyat ve daha iyi hizmet avantajlarına da sahiptir. Tedarikte beklenmeyen kesintiler karşısında alternatiflerin çokluğu tedarik akışının devamlılığı açısından önemli bir güvencedir. Dolayısıyla çalışacak tedarikçi sayısı maliyet ve risk arasında bir ödünleşmeyi gerekli kılar. Tedarikçi seçimi probleminin başarısı sadece hangi tedarikçiler ile çalışılacağına ilişkin tek bir seçim sonucu vermesinin ötesinde probleme ilişkin en iyi muhtemel çözümleri de sunmasına bağlıdır (Bayrakçıgil, [18]).

d) Tek kaynak /Çoklu Kaynak:

Tedarikçi seçimine başlamadan önce ihtiyaçların hepsinin tek bir kaynaktan mı yoksa birçok farklı tedarikçiden mi sağlanacağını belirlemek gerekmektedir (Keçeci, [34]).

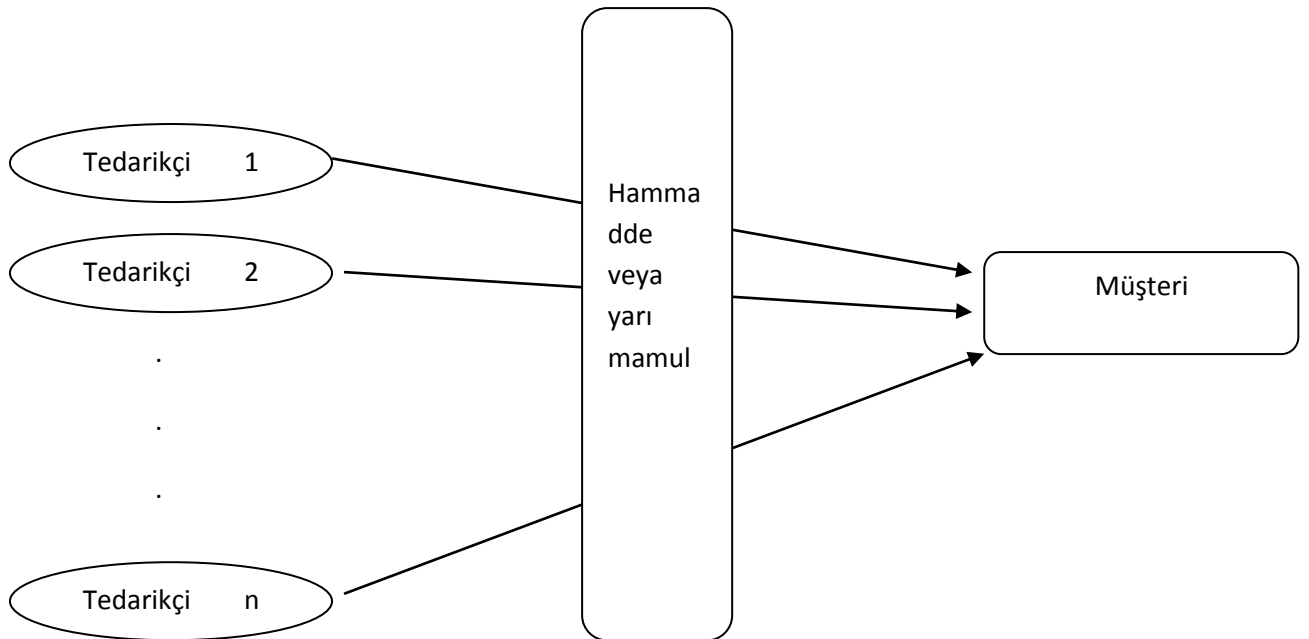
Tek kaynaktan tedarik ile çalışmanın avantajları literatürde şu şekilde tanımlanmıştır (Waters, [35]);

- Müşteri ve tedarikçi arasında uzun süreli anlaşma ve ortaklıkların başladığı güçlü bir ilişki kurabilmek
- Bütün partilerde aynı özen ve sorumluluğun duyulması
- Yüksek miktarda siparişlerde indirim uygulama imkanı
- İletişimin daha hızlı, bürokrasinin daha az olması
- Malzemelerde farklılığın azalması
- İşlerin daha güvenilir yürütülmesi

Ancak bu avantajlar yanında tek kaynak tedarikçi ile çalışma bazı riskler de taşımaktadır. Örneğin, tedarikçi işletmenin yaşayacağı bir finansal krizde, işletme kendi hatası olmasa bile üretimi durdurabilir, siparişi aksatabilir ve müşteri işletmesi de bu durum karşısında çaresiz kalabilir (Hu, [36]; Waters, [35]).

Tedarikçi seçiminde bazı tedarikçilerin kapasite, kalite gibi şartlarında kısıtlarının bulunması, tek bir tedarikçinin işletmenin bütün ihtiyaçlarını karşılayamamasına neden olabilmektedir. Bu durumda işletme, ihtiyaçlarını en iyi birkaç tedarikçiden karşılayacaktır. İşletme yapacağı seçimlerde iki karar verecektir. Birincisi en iyi tedarikçileri seçmek, ikincisi ise seçilen her bir tedarikçiden alacağı miktarları belirlemek olacaktır (Aissaoui vd., [37]).

Birçok tedarikçi ile çalışan işletmeler için Şekil 2.4'de yer almakta olan modelin kullanıldığı görülmektedir (Wang ve Yang, [38]).



Şekil 2.4 Çoklu tedarik modeli (Wang ve Yang, [38])

Çok kaynaklı tedarikçi ile çalışmanın diğer avantajları şu şekilde sıralanabilir (Waters, [35]);

- Tedarikçiler arasındaki fiyat rekabetinden faydalanmak
- Farklı veya birçok miktarda talebe en kısa süre içinde cevap verebilmek
- Piyasa hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak
- Tek bir işletmeye bağımlı kalmamak

e) Tedarikçinin yedek kaynakları:

Tedarikçinin sahip olduğu yedek kaynakları tedarikçi seçimi yapılırken düşünülmesi gereken başka bir noktadır. Artan talepleri kaliteden ödün vermeden karşılayacak düzeydeki bir tedarikçi pazarda iyi bir yerde bulunmaktadır (Keçeci, [34]).

f) Tedarikçiyle çalışma süresi:

Günümüzde, işbirlikçi tedarikçi-alıcı ortaklığı, az sayıda ancak yüksek kalitede tedarikçiyle çalışılması eğilimini arttırmaktadır. Bu ise uzun dönemli bir çalışma ve işbirliği imkânı sunan tedarikçilerin seçimiyle mümkündür. İşbirliğinin artması, ortakların her birinin rekabet yeteneğini ve tedarik zincirinin performansını arttırmaktadır, neticede alıcı tedarikçi ilişkilerinin rekabetçi yapıdan işbirliği esasına dayanan yapıya dönüşmesi stratejik bir gereklilik olmuştur (Bayrakçıgil, [18]).

g) Yerli/yabancı tedarikçi tercihi

Küresel rekabet koşulları işletmeleri tanıdık olmadıkları farklı, iş kültür ve geleneklerine sahip olan uluslar arası ortaklarla çalışmak zorunda bırakmaktadır.

Yabancı tedarikçi seçiminde, sağlanacak rekabet avantajı fırsatının yanında, iş ortağı olarak seçilen yabancı tedarikçinin kendine özgü coğrafi konum, politik istikrarsızlık ve terör tehdidi gibi risk faktörlerinin; gümrük tarifeleri, dış ticaret düzenlemeleri ve kur oranlarının dikkate alınması gerekir (Bayrakçıgil, [18]).

2.3.4 Tedarikçi seçim süreci

Tedarik seçim süreci Power, Clyde ve Bonifazi [39]'a göre 5 adımda incelenebilmektedir. Bu 5 adım; hazırlık, aday tedarikçilerin ön elemesi, aday tedarikçileri belirleme ve tedarikçi tekliflerinin değerlendirilmesi olarak ifade edilmektedir.

Hazırlık:

Hazırlık aşamasında, tedarikçi seçim sürecini yürütecek ve karar verecek olan karar vericiler belirlenir. Bunun için şirket yöneticilerinin de içinde yer aldığı üretim ve operasyonel konularda bilgili ve tecrübeli olan kişilerden oluşan bir takım kurulabilir.

Aday tedarikçilerin ön elemesi:

Her işletmenin çalışmakta olduğu ve tüm firmaların yer aldığı bir tedarikçi havuzu mevcuttur. Yaptırılacak işin niteliği, özellikleri, üretim zamanı vb kriterler dikkate alınarak, detaylı bir eleme işlemi öncesi bu havuzdan ayıklama işlemi yapılabilir. Örneğin; ürettirilecek parça, kaynaklı bir komple ise, kaynak makinesi veya onayı olmayan firmalar otomatik olarak elenir ve alternatifler listesine dahil edilmezler.

Aday tedarikçileri belirleme:

Bu aşamada, her bir tedarikçide ölçülecek olan bazı özellikler listesi mevcuttur. Bu listede, geçmişte yapılan anlaşmalardaki tavrı, güven, mevcut kapasitesi, piyasadaki yeri ve gücü, referansları vb. özelliklere ait bilgiler mevcuttur. Ayrıca her aday için mevcut kapasitesi ve piyasa gücüne de bakılır. Ek olarak yapılacak iş için tecrübesinin ne olduğu, benzer işleri başarı ile gerçekleştirip gerçekleştirmediği vb. durumlar da göz önünde bulundurulur ve en kuvvetli adaylar belirlenir. Bu adaylardan fiyat teklifleri alınır.

Tedarikçinin tekliflerinin değerlendirilmesi:

İşletmenin kendi bünyesinde belirlemiş olduğu seçim kriterleri dikkate alınarak, alternatif firmalar için bu kriter değerleri hesaplanır. Aynı zamanda bu kriterler yanında, işletmeler için en büyük kriterlerden biri olan fiyat kriterinin değerlendirilmesinde, aday tedarikçilerden gelen teklifler incelenir. Hem fiyat, hem de işletmenin diğer belirlemiş olduğu kriterler dikkate alınarak aday tedarikçiler değerlendirilir ve bir seçim yapılır.

İşletmeden işletmeye değişiklik gösterebilecek olan tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi bu sürecin en önemli aşamalarından biridir. Doğru tedarikçi seçimi için öncelikli olarak işletmenin ihtiyaçları ve beklentilerinin doğru bir şekilde tanımlanması gerekmektedir.

2.3.5 Tedarikçi seçim sürecinde kullanılan kriterler

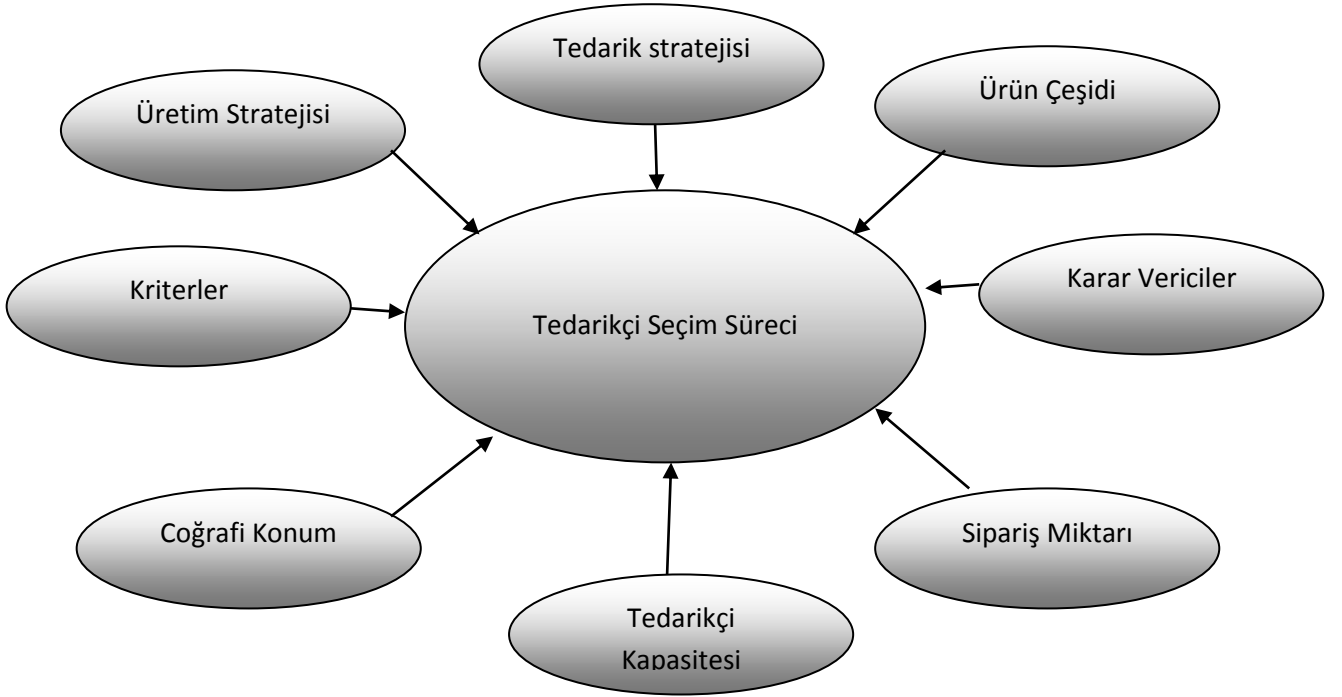
İşletmelerin, müşteri taleplerini istenilen seviyelerde karşılamak ve pazarda büyük pay sahibi olabilmek için dikkate aldıkları en önemli kriterler; “kalite”, “zaman” ve “fiyat” olmaktadır. Kaliteyi maksimum yaparken, fiyatı da düşünmeli; fiyatı minimum yaparken ürün kalitesini sevkiyat zamanını da dikkate almalıdır. Bu nedenle işletmeler tedarikçi seçimine ait faaliyet ve organizasyon yapılarını çok iyi planlamalıdır. Tedarik zinciri yönetiminde verilmesi gereken en zor kararlardan biri tedarikçi seçim problemidir. Tedarikçi değerlendirilmesinde tedarikçinin sahip olduğu hem nitel, hem de nicel özellikler yer almaktadır. Bu özelliklerin iyi tanımlanması, ölçülmesi ve değerlendirilmesi önemlidir.

Tedarikçiler iyi bir şekilde değerlendirilirse birden fazla tedarikçi ile çalışılmak zorunda kalınmaz ve bu durum uzun vadeli ortaklıkların gelişmesine de yardımcı olur. Uzun vadeli ortaklıklar, düşük maliyetli ve kaliteli hammaddelerin elde edilmesini de beraberinde getirir. Bunun yanında temin süresi ve dolayısıyla ürünün müşteriye ulaşma süresinde de azalmalar görülür (Soner ve Önüt, [40]).

İşletmenin tedarikçi seçiminde dikkate alacağı kriterlerin belirlenmesi, bu kriterlerin ağırlıklandırılması belirli yeteneklere sahip olunmasını gerektiren karar aşamalarıdır. Değerlendirme yapacak kişinin veya birimdeki karar vericilerin bilgi, yetenek, tutum ve deneyim açısından aşağıdaki özelliklere sahip olmaları gerekir (Muralidharan vd., [41]);

- Temel eğitim donanımının yanında değerlendirme sistemi hakkında bilgiye sahip olmalı, tedarikçileri ve tedarik ettikleri ürünleri tanımalıdır.
- Gerek kendi işletmesinden gerekse tedarikçilerden kaynaklanan problemleri çabuk kavrayıp, çözüm getirebilecek yeteneğe sahip olmalıdır.
- Problem çözme yaklaşımları ılımlı ve esnek olmalı, tedarikçiler ile iyi ilişkiler kurabilmelidir. Güvenilir olmalı ve işletme sadakatine sahip olmalıdır.
- Karar vericinin işletme içi tecrübeye sahip olması ve değerlendirme yöntemine aşinalığı, elde edilecek sonuçlar için diğer bir önemli özelliktir.

Tedarikçi seçimi problemlerinde birden fazla faktör dikkate alınmaktadır. Tedarikçi seçimi, çözümü karmaşık bir karar verme problemidir. Bu faktörlerin belirlenmesinde literatürde bazı tanımlamalar yapılmıştır. Wilson [42]'e göre; tedarikçi performansının ölçümü için kullanılacak kriterler, tedarikçilerin coğrafi konumları ve kapasiteleri, karar vericilerin tercihleri, ürün yapısı ve işletmenin tedarik stratejileri tedarikçi seçimi problemini çok kriterli bir problem haline getirmektedir. Tedarikçi seçiminde karar verme problemine etki eden bu faktörler Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Tedarikçi seçim sürecine etki eden faktörler (Wilson, [42])

Tedarikçi seçimi: Maliyet, kalite, teknik gereksinimler vb birçok kriteri içerebilen önemli bir problemdir. Sadece malzeme maliyeti değil, aynı zamanda işletme maliyeti, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bu maliyet faktörlerini dikkate almak hizmetin düşük maliyetle temin edilmesini garantilemek için önemlidir (Tam ve Tummala, [26]).

Tedarikçi seçimi problemlerinde kriterlerin belirlenmesi konusunda sıkça kullanılmakta olan en önemli çalışmalardan biri 1996 yılında Dickson'ın yapmış olduğu çalışmadır. Dickson'ın bu çalışmasında 170 sorudan oluşan bir anket yer almaktadır. Bu anket Ulusal Satın Alma Yöneticileri Birliği'nin 273 satın alma sorumlusu ve yöneticisine sorulmuştur. Alınan cevaplara göre, Dickson Tablo 2.2'de belirtilmiş olan 23 kriterden oluşan bir sıralama listesi hazırlamıştır. Tablo 2.2, çalışmada yer alan cevaplayıcıların her bir kriterine verdiği önem derecesini de göstermektedir.

Tablo 2.2 Dickson'ın tedarikçi değerlendirme kriterleri ve sonuç değerleri

Sıra	Kriter	Ortalama Puan	Değerlendirme
1	Kalite	3.508	Yüksek Önemli
2	Teslimat	3.417	Yüksek Önemli
3	Performans	2.998	Yüksek Önemli
4	Garanti ve şikayet politikaları	2.849	Yüksek Önemli
5	Üretim araç/gereçleri ve kapasitesi	2.775	Oldukça Önemli
6	Fiyat	2.758	Oldukça Önemli
7	Teknik açıdan yeterlilik	2.545	Oldukça Önemli
8	Finansal durum	2.514	Oldukça Önemli
9	Prosedürlere uyma	2.488	Oldukça Önemli
10	İletişim	2.426	Oldukça Önemli
11	Prestij ve sanayideki pozisyon	2.412	Oldukça Önemli
12	İş için istekli olma	2.256	Oldukça Önemli
13	Yönetim ve organizasyon	2.216	Oldukça Önemli
14	Operasyonel kontrol	2.211	Oldukça Önemli
15	Tamir hizmeti	2.187	Ortalama Önemli
16	Tutum, davranış	2.120	Ortalama Önemli
17	Etki, izlenim	2.054	Ortalama Önemli
18	Paketleme kabiliyeti	2.009	Ortalama Önemli
19	Çalışma ilişkileri kayıtları	2.003	Ortalama Önemli
20	Coğrafi konum	1.872	Ortalama Önemli
21	Geçmiş işlerin miktarı	1.597	Ortalama Önemli
22	Eğitim yardımları	1.537	Ortalama Önemli
23	Karşılıklı anlaşmalar	0.610	Düşük Önemli

İşletmenin yapısına göre tedarik seçiminde kullanılan kriterler belirlenmektedir. Literatürde yer alan kriterlerin bazıları, işletmenin yapısına bağlı olarak dikkate alınabilir. Ayrıca, işletmenin işleyişine bağlı olarak kendi bünyesinde, kendine has kriterlerini belirleyip bunları ölçebiliyor olması da mümkündür.

Kriterler belirlendikten sonra, bu kriterlerin ölçülebilmesi için gerekli olan bilgi birikimin ve alt yapının oluşturulması sağlanmalıdır. Örneğin, işletmenin kullanmakta olduğu mevcut ERP sisteminde bu kriterleri ölçebilmek için veri girişinin, depolanmasının sağlanması ve ölçülmesi aşamasında raporların hazırlanması önemlidir.

Göktürk [9]'e göre, tedarikçi seçme kriterlerinin belirlenmesinde izlenecek temel anlayış şu olmalıdır;

- Ölçümlerle sorun çözme, karar alma ve performansı geliştirme gibi yararlar sağlamak için göstergelerle işletme stratejisi arasında açık bir ilişki kurulması gerekir. Aksi durumda, ölçülenlerle işletme amaç ve stratejileri arasında hiçbir ilişki kurulmamış olur.
- Ölçümlerde ikinci önemli konu, “ önemli olanı” ölçmektir. Zaman ve kaynak kısıtları arasında gerçekten önemli olan göstergeleri seçmek zordur. Burada asıl vurgulanmak istenen, kolay ölçülebilen göstergelere kaçışı önlemektir.
- Ölçümlerde kullanılacak göstergelerin seçiminde dikkat edilecek bir başka nokta da göstergelerin performans planlama sürecinde hazırlanan taktik planlar ve proje planları uyarınca sağlanan sonuçların örgüt performansını etkileme düzeyini belirleyebilecek niteliklere sahip olmasıdır.

Tedarikçi seçimi probleminde, kriterlerin belirlenmesinin yanında, bu kriterlerin katkı değerleri başka bir deyişle ne kadar etkinliği arttırdığı da belirlenmelidir. Bu aşamada kriterlerin sınıflandırılması ve gruplandırılmasının yapılması gerekmektedir. Buna bağlı olarak, ana kriterler ve bu ana kriterlere ait olan alt kriterler belirlenmelidir. Örnek verilecek olunursa, tedarikçi seçiminde ana kriterlerden biri olarak kabul edilen kalite kriteri için aşağıda belirtildiği gibi alt kriterler oluşturabilir.

Yukarıda da belirtildiği şekilde bu alt kriterler işletmenin yapısına ve işleyişine bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin Kalite ana kriteri altında, red oranları, denetim puanı ve kalite sistemleri vb alt kriterleri dikkate alınabilir.

2.3.6 Tedarikçi seçiminde yapılan hatalar

Tedarikçi seçimi yapılırken elbette hatalar da yapılmaktadır. En sık yapılan hatalar Power vd. [39] tarafından şu şekilde açıklanmıştır;

İhtiyaç analizi sürecinde cazip görünen bir tedarikçiye feda etmek: Burada yapılan hata; işletmenin kendi ihtiyaçlarını iyice analiz etmeden aslında ihtiyacına uymayan bir tedarikçiyle anlaşma yapmasıdır. Markalaşmış bir tedarikçi, piyasa içinde iyi bilindiği için, genelde bu tedarikçiler ile anlaşma yapmak, hissedarları tarafından da olumlu karşılanır. Ancak çok bilinen bir tedarikçinin başarısız olması da markalaşmamış bir tedarikçiye göre oldukça fazla ses getirir ve piyasa içinde yayılır. Bu nedenle, işletmenin ihtiyaçlarına göre uygun tedarikçiyi bulmak ve piyasadaki yapılan anlaşmalara aldanmamak, sürecin düzgün işlemesi açısından oldukça önemlidir.

Zayıf risk değerlendirmesi: Tedarikçiyi değerlendirirken risk analizini yeterli yapmamak yanlış seçim yapma riskini çoğaltır. Bu yüzden iyi risk analizi yapmak için tedarikçi hakkında iyi bilgi sahibi olunmalı, daha önce yaptığı iş ve anlaşmalar ve performansı iyi bilinmelidir. Her bir tedarikçiyi riskleri açısından karşılaştırarak karar vermek en sağlıklı yol olabilir.

Tedarikçi seçim sürecinin aceleye getirilmesi: Zaman her iş için elbette çok önemlidir. Ancak tedarikçi seçimini aceleye getirerek yanlış yapmanın yol açacağı maliyetler, zaman kaybının yol açacağı maliyetlerden daha çok olabilir. Bu nedenle bütün faktörleri incelemeyen, örneğin bir tedarikçiyi sadece piyasada iyi bilinen bir marka olmasından dolayı seçmek, işin detayına inildiğinde aslında işletmenin beklentilerine çok iyi uymaması sonucunu da verebilir.

Tedarikçiler arasındaki etkileşimin yönetiminde eksiklik: tedarikçiler seçilirken, yeni seçilecek tedarikçi ile mevcut çalışılan tedarikçiler arasındaki yapısal farklılıklar göz ardı edilmemelidir. Bir işin dağıtımını çeşitli tedarikçiler arasında yapıldığında bu tedarikçilerin hem birbirleriyle bir işin parçası, hem de birbirlerinin rakibi oldukları unutulmamalıdır. Bu nedenle uyumlu çalışabilecek tedarikçilerin seçilmesi, iş sürecinin sağlıklı yürümesi için oldukça önem taşır.

Tedarikçiyi sadece düşük maliyetli olmasına göre belirlemek: Maliyetin az olması tüm işletmelerce istenen bir durumdur, ancak tedarikçi seçiminde sadece maliyet tasarrufunu karar verici faktör yerine koymak işletmeyi yanılgıya düşürebilir.

Tedarikçi-satın alan ilişkisi çok daha geniş kapsamlı incelenmeli ve rekabete katkı sağlayan itibar, geçmiş ve güvenilirlik gibi diğer faktörler de göz ardı edilmemelidir. En ucuz tedariki sağlayan tedarikçi, en iyi tedarikçi demek değildir.

2.3.7 Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemler

Tedarik seçim problemlerinde kriterlerin belirlenmesinin ve sınıflandırılmasının ardından, işletme için en uygun seçim modelinin seçilmesi önemlidir.

Karar verme genel anlam ile ifade edilecek olursa, bir seçenek kümesinin en az bir amaç veya kritere göre en uygun seçeneğinin seçimi şeklinde tanımlanabilir (Dağdeviren ve Eren, [25]). Buna göre de karar verme problemlerinin elemanları; karar verici, seçenekler, kriterler ve sonuçlardan meydana gelmektedir. Tedarikçi seçimi karar verme süreci safhalarında büyük oranlarda para ve zaman harcanabilmektedir. İşletme vereceği bu karar için doğru ve güvenilir tahminlere ihtiyaç duymaktadır. Bunu yaparken de bilimsel ölçütleri dikkate almaları, daha tutarlı karar vermeleri için önemli bir unsur haline gelmektedir. Çünkü karar verme aşamasında çok fazla eleman etkileşim halindedir ve bu elemanlarda olabilecek değişiklikler tüm sistemi etkileyebilmektedir.

Tedarikçi seçme problemi karar aşamasında birçok kriterin dikkate alınmasını ve bu kriterlere göre çok sayıda tedarikçinin değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir karar problemi olup, bu süreçte çok kriterli karar verme yöntemleri gibi bilimsel yöntemlerin kullanılması doğru tedarikçinin seçimi için büyük önem taşımaktadır (Özel ve Özyörük, [24]).

Çok kriterli karar verme yöntemleri, ölçülebilen veya ölçülemeyen birçok kriteri aynı anda değerlendirme imkanı sağlayan ve aynı zamanda karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dahil edebilen analitik yöntemlerdir. Karar verme sürecinde bu yöntemlerin kullanılması, yöneticilere alternatifi değerlendirmede yardım etmekte ve işletme kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır (Dağdeviren vd., [43]).

Tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi için birçok metot önerilmiş ve kullanılmış olmakla beraber; bunların çoğu, tedarikçileri en iyiden en kötüye sıralamayı veya içlerinden en iyiyi seçmeyi denemektedir (Araz ve Özkarahan, [44]).

Literatüre bakıldığında tedarikçi seçim problemlerinde birçok farklı metot kullanılarak çözüme ulaşıldığı görülmektedir.

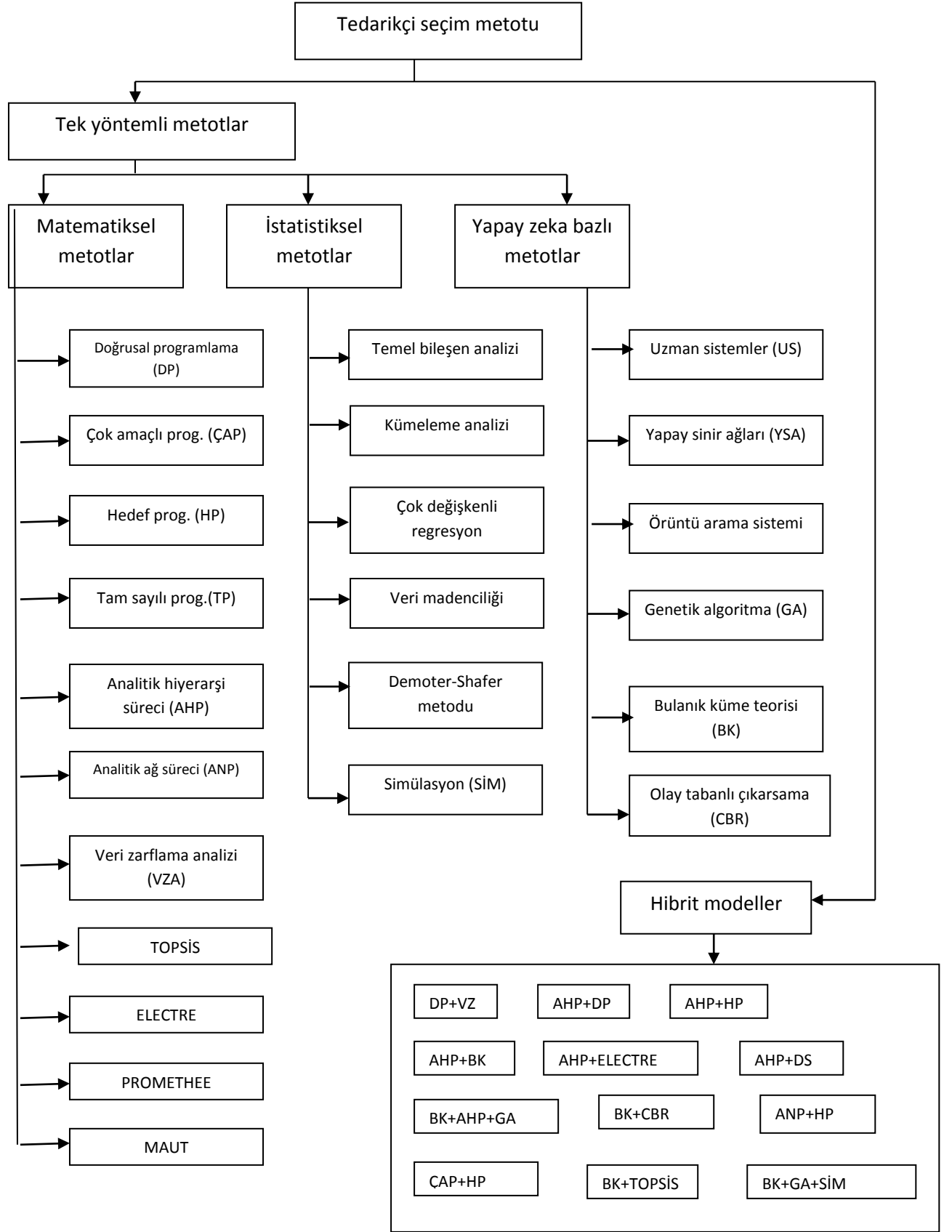
Boer vd. [12]'e göre; tedarikçi seçim probleminin çözümünde kullanılan metotlar 4 ana grupta toplanmıştır. Bunlar;

- Doğrusal ağırlıklandırma modeli
- Maliyete dayalı modeller
- Matematiksel modeller ve
- İstatistiksel modeller olarak belirtilmiştir.

Sönmez [45]'in çalışmasında, tedarikçi seçim metotlarının şu başlıklar altında toplandığı belirtilmiştir;

- Çok kriterli karar verme teknikleri
- Matematiksel programlama
- Yapay zeka ve uzman sistemler ve
- Çok değişkenli istatistiksel analiz

Görener [27] ise çalışmasında, tedarikçi seçim metotlarını Şekil 2.6'da belirtildiği şekilde sınıflara ayırmıştır.



Şekil 2.6 Tedarikçi seçim yöntemleri (Görener, [27])

Tedarikçi seçim problemlerinin çözümü için literatürde farklı yaklaşımlar yer almaktadır. Söz konusu yaklaşımlar, Tablo 2.3'te belirtildiği şekilde özetlenmiştir (Ho, Xu ve Dey, [46]).

Tablo 2.3 Tedarikçi seçim problemlerinin çözümünde kullanılan yaklaşımlar

Kullanılan Yöntemler	Yazarlar
Veri Zarflama Analizi	Baker ve Talluri (1997)
	Braglia ve Petroni (2000)
	Liu ve diğerleri (2000)
	Seydel (2006)
Doğrusal Programlama	Talluri ve Narasimhan (2003)
	Talluri ve Narasimhan (2005)
	Ng(2008)
Tamsayılı Doğrusal Programlama	Talluri (2002)
	Hong ve diğerleri (2005)
Tamsayılı Doğrusal Olmayan Programlama	Ghodsypour ve O'Brien (2001)
Hedef Programlama	Karpak ve diğerleri (2001)
Çok Amaçlı Programlama	Narasimhan ve diğerleri (2006)
	Wadhwa ve Ravindran (2007)
Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)	Akarte ve diğerleri (2001)
	Muralidharan ve diğerleri (2002)
	Chan (2003)
	Chan ve Chan (2004)
	Liu ve Hai (2005)
	Chan ve diğerleri (2007)
	Hou ve Su (2007)
Analitik Ağ Süreci (AAS)	Sarkis ve Talluri (2002)
	Bayazit (2006)
	Gencer ve Gürpınar (2007)
Genetik Algoritma	Ding ve diğerleri (2005)
AHS ve VZA	Ramanathan (2007)
	Saen (2007)
	Sevklı ve diğerleri (2007)
AHS ve çok amaçlı programlama	Xia ve Wu (2007)
Bulanık Hedef Programlama	Jain ve diğerleri (2004)
BAHS (Genişletilmiş Analiz)	Kahraman ve diğerleri (2004)
	Chan ve Kumar (2007)

3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME (ÇÖKV)

3.1 ÇÖKV Tanımı

Karar verme; tek bir karar verici veya karar vericiler grubu tarafından, belirlenmiş olan alternatifler arasından amaca en uygun şekilde bir veya birkaç alternatifin seçilmesidir. Hayatımızda sürekli olarak küçük veya büyük ölçeklerde çeşitli konularda kararlar almaktayız. Tek bir kriterimiz var ise, karar verme sürecimiz kısa, birden çok kriter mevcut ise bu süre biraz daha uzamakta ve zorlaşmaktadır. Karara etki edecek olan kriterlerin artması ile, bu kriterlerin önceliklendirilmesi, ağırlıklarının belirlenmesi kavramları devreye girerek daha da karmaşık durumlar ile karşılaşılabilir. Bu çok kriterli problemleri çözmek zannedildiği kadar kolay olmayabilmektedir. Ne sayısal hesaplamalar, ne de duygu ve tecrübelerimize bağlı hesaplamalar bizi doğru yola götürür. Bir çok problemin optimum çözümü yoktur. Bir kişiye veya duruma göre optimum olarak kabul edilse bile, başka bir kişiye ve başka durumlara göre optimum çözüm olarak kabul edilmeyebilir.

ÇÖKV metodu, insan beyninin farklı kaynaklarından elde edilen çeşitli bilgileri işleme ve değerlendirebilme kapasitesinin matematiksel anlamda analiz edilmesi eylemine dayanır.

ÇÖKV için öncelikli olarak amaç, kriterler ve alternatiflerin belirlenmesi gerekmektedir.

Amaç, karar vericinin ulaşmak istediği düzeydir.

Kriter, belirli bir önem eksenine veya bakış açısına göre seçeneklerin karşılaştırılmasını sağlayan araçtır.

Alternatif, karar süreci sırasında değerlendirilen eylemler, nesnelere, olaylar veya kararlar kümesidir.

ÇÖKV problemleriyle günlük hayatta stratejik ve kritik kararların alınmasına kadar çok geniş bir alanda karşılaşılabilmektedir. ÇÖKV uygulamaları; imalat sistemleri, teknoloji yatırımlarının değerlendirilmesi, su ve tarım yönetimi, enerji planlaması ve şirket performansının ölçülmesi gibi çok farklı alanları içermektedir.

Karar verme problemlerinde bir kararın alınabilmesi için mevcut alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmiş olması gerekmektedir. Karar problemleri, kararın amacına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır (Doumpos ve Zopounidis, [47]);

- Seçme problemi: En iyi alternatifin seçilmesi veya sınırlandırılmış en iyi alternatifler kümesinin bulunması,
- Sıralı sınıflandırma problemi: Önceden belirlenmiş homojen sıralı sınıflara alternatiflerin yerleştirilmesi,
- Sıralama problemi: Alternatiflerin en iyiden en kötüye sıralandığı sıralama yapısının oluşturulması ve
- Sınıflandırma problemi: Alternatiflerin önceden belirlenmemiş kümelere ayrılması.

Hwang ve Masud [48], çok ölçütlü karar vermenin aslında çok kriterli karar vermenin bir dalı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda çok kriterli karar vermenin ek olarak çok amaçlı karar vermeyi de içerdiğini vurgulamaktadırlar.

Bu bağlamda, ÇKKV yöntemlerinin seçenek sayısına göre sınıflandırılması iki ana grupta toplanmaktadır;

1. ÇAKV: Seçeneklerin bir matematiksel programlama yapısı ile dolaylı olarak tanımlandığı ve sonsuz sayıda olduğu sürekli durumlardır. ÇÖKV problemlerinde olduğunun aksine ÇAKV problemleri, birbirleriyle çelişen hedefler arasında en iyi alternatifi oluşturmayı içinde barındırmaktadır.
2. ÇÖKV: Seçeneklerin sonlu sayıda olduğu ve listelenebildiği kesikli durumlardır.

Tablo 3.1 ÇAKV ve ÇÖKV karşılaştırma tablosu

	Çok Amaçlı Karar Verme	Çok Ölçütlü Karar Verme
Kriterlerin Tanımlanması	Amaçlar tarafından	Nitelikler tarafından
Amaçların Tanımlanması	Açık/Belirgin Olarak	Örtük olarak
Niteliklerin Tanımlanması	Örtük Olarak	Açık/Belirgin Olarak
Kısıtlılıklar	Aktif	Aktif değil (Niteliklere dahil edilmiş)
Alternatifler	Sonsuz sayıda, sürekli (Süreç esnasında belirir)	Sonlu sayıda, ayırık (Önceden tanımlanmış)
Karar Verici ile Etkileşim	Çoğunlukla	Çok fazla değil
Kullanım Amacı, Problemin Türü	Tasarım	Seçim/Değerlendirme

ÇÖKV problemlerinin tümünde aşağıda belirtilen özellikler ortaktır.

- *Alternatifler:* Karar verilmesi gereken değer kümesidir. Alternatifler belirlendikten sonra, çok fazla olduğu durumda ayıklanması istenebilir. Sonrasında aralarında önceliklendirilmeleri yapılır, sıralanır ve en iyinin seçimi yapılır.
- *Çok Ölçütlülük:* Ölçütler, karar vericinin problem çözümü için geliştirdiği alternatiflerin amacı ne kadar gerçekleştirdiklerini saptamak ve izleyeceği alternatifi seçmek üzere kullanacağı etkinlik ölçüleridir. Her problem birden fazla ölçüte sahiptir. Ölçüt kelimesi yerine hedef ve kriter kelimeleri de kullanılabilir.
- *Aynı birimle ölçülememe:* Tanımlanmış olan ölçütler farklı birimlere sahip olabilmektedir. Örneğin, bir tedarikçi seçim probleminde teslimat zamanı kriteri gün ve fiyat kriteri Türk Lirası olarak verilebilir.
- *Ölçüt ağırlıkları:* Belirlenmiş olan ölçütlerin kendi içlerinde ağırlıklandırılması söz konusu olabilir. Diğer bir deyişle, karar vermede bazı ölçütler daha önemli, bazı ölçütler ise daha az önemli olabilmektedir. Bu ağırlıklandırma yine karar verici tarafından yapılmaktadır. Aynı zamanda tüm kriterlerin aynı ağırlığa sahip olmaları da kabul edilebilir bir durumdur.
- *Karar matrisi:* ÇÖKV problemleri basit olarak sütunların ölçütleri, satırların ise alternatifleri belirttiği bir matris formatında ifade edilebilir. Burada X_{ij} değeri, i . alternatifin j . kriterde aldığı değerdir.

3.2 ÇÖKV Süreci Aşamaları

1. Problemin Tanımlanması: Bütün karar verme işlemleri karar probleminin tanımlanması ve netleştirilmesi ile başlar ve bu da ancak bir sistemin mevcut durumu ile hedeflenen hali arasındaki farklılıkların tespit edilmesi ile mümkündür. Problemin tanımlanması aşaması, hedef veya hedeflerin belirlenmesi ile sonlanır. Söz konusu hedefler açık ve herkesçe anlaşılabilir amaçlar olmalıdır. Bu amaçlar; belli, üzerinde uzlaşmış ve gerçekçi olmalıdır.
2. Ölçütlerin Belirlenmesi: Problem tanımının yapılmasından sonraki aşama ölçütlerin belirlenmesidir. Belirlenen amaca ulaşabilmek için alternatiflerin ne yönde değerlendirileceğinin belirlenmesi önemli ve dikkat gerektiren bir süreçtir.
3. Alternatiflerin Belirlenmesi: Bu aşamada amaca en uygun olan alternatifler belirlenir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, alternatifler eğer çok fazla ise bir eleme daha yapılması ve amaca en yakın alternatiflerin ayıklanmasıdır.
4. Ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi: Yukarıda da belirtildiği gibi, bu aşama ölçütlerin kendi aralarındaki üstünlüklerinin belirlendiği süreçtir. Hepsi aynı önem seviyesine de sahip olabilmektedir.
5. Karar matrisinin oluşturulması: Her bir alternatifin, tanımlı kriterlerde aldığı değerleri gösteren (X_{ij}) karar matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Burada nicel ölçütlerin yanı sıra, tanımlı olan nitel ölçütlerin de ölçümü önemlidir. Nitel olan bu ölçütlerin sayısallaştırılması aşamasında kullanılan birçok yöntem yer almaktadır.
6. Karar matrisi değerlerinin normalizasyonu: Ölçüt değerlerinin normalizasyonuna her zaman ihtiyaç duyulmayabilir, ancak birçok ÇÖKV yöntemlerinde normalizasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Normalizasyon işleminin amacı, ölçütler arası karşılaştırmaları sağlayan karşılaştırma ölçeğini elde etmektir. Normalize edilmiş olan oranlar boyutsuz ünitelerdir ve oran ne kadar artarsa öncelik de o kadar artar demektir. Ölçütler 3 ana grupta sınıflandırılmaktadır. Bu ölçütler kısaca şu şekilde ifade edilebilirler;

Kar ölçütleri: Artan monotonik fayda arz ederler. Ölçüt değeri ne kadar büyük ise öncelik oranı da o kadar fazladır. Örnek olarak tedarik edilen ürünlerin kalitesinin oranı verilebilir.

Maliyet Ölçütleri: Azalan monotonik fayda arz eder. Ölçüt değeri ne kadar büyük ise öncelik oranı da o kadar küçüktür. Örnek olarak tedarik edilen ürün maliyeti verilebilir.

Monotonik olmayan ölçütler: Monotonik olmayan fayda arz ederler. Örnek olarak kimyasal stok alanındaki sıcaklık, nem değerleri verilebilir. Maksimum fayda, ölçüt değer aralığının ortalarında yer almaktadır.

Normalizasyon yöntemleri ölçütlerin sınıfına göre farklılık göstermektedir. Kar ölçütleri için literatürde geçen normalizasyon yöntemleri doğrusal ve vektör normalizasyonları olup, aşağıda bu yöntemlerden bahsedilmektedir.

- Doğrusal normalizasyon: ölçüt oranlarının, maksimum olan ölçüt değerine oranı ile hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \quad i = 1,2, \dots, m \quad j = 1,2, \dots, n \quad (3.1)$$

r_{ij} değeri 0 ile 1 aralığında değer alır ve 1'e yaklaşması daha çok tercih edilir.

- Vektör normalizasyonu: Her ölçütün oranlarının kendi normlarına bölünmesi ile bulunur.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} \quad i = 1,2, \dots, m \quad j = 1,2, \dots, n \quad (3.2)$$

Bu normalizasyon eşitlikleri kar ölçütleri içindir. Maliyet ölçütleri, ters orantısı alınarak $(1/x_{ij})$ kar ölçütlerine dönüştürülebilir. Daha sonra maliyet ölçütünden kar ölçütüne çevrilen bu ölçütler için yukarıda belirtilen normalizasyon adımları takip edilir.

7. En iyi alternatifin seçilmesi: Kullanılacak olan ÇÖKV tekniğine göre yapılan işlemler sonrasında alternatifler arası sıralama yapılarak en iyi alternatifin seçilmesi aşamasıdır.

3.3 Tedarikçi Seçiminde Kullanılan ÇÖKV Yöntemleri ve Sınıflandırılması

Tedarikçi seçimi, farklı kriterlerin bir arada değerlendirilmesini gerektiren bir karar problemidir. Tedarikçilerin bir ön elemeye tabi tutulup, kalan tedarikçiler arasından daha ayrıntılı bir seçim yapılması, problemi genelde çok aşamalı bir probleme dönüştürmekte ve her aşamada kullanılan yöntemler farklılaşmaktadır (Geçer, [49]).

Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemler dört ana grupta sınıflandırılmaktadır (Geçer, [49]);

- Doğrusal ağırlıklandırma yöntemleri
- Maliyet yöntemleri
- Matematiksel modelleme yöntemleri
- İstatistiksel yöntemler

İlerleyen bölümlerde söz konusu yöntemler hakkında kısa bir bilgilendirme yapılmaktadır.

3.3.1 Doğrusal ağırlıklandırma yöntemleri

Doğrusal ağırlıklandırma yöntemleri, tedarikçi seçimi problemlerinde en fazla karşılaşılan çözüm yollarından birisidir. Doğrusal ağırlıklandırma modellerinde kriterlere ağırlıklar verilmekte ve ağırlık değeri arttıkça o kriterin önem değerinin de arttığı kabul edilmektedir.

Bu yöntemde, her bir tedarikçi için kritere verilen ağırlık ile kriter oranları çarpılarak, elde edilen değerlerden en yüksek puana sahip olan tedarikçi en iyi tedarikçi olarak belirlenir.

Doğrusal ağırlıklandırma yöntemleri dört alt kategoride değerlendirilebilir.

3.3.1.1 Kategorik yöntemler

Bu yöntemlerde, işletmenin geçmiş tecrübelerinden, deneyimlerinden yararlanır. Tedarikçi seçiminde kullanılacak olan kriterlere göre yeterli (+), yetersiz(-) ve nötr (0) atamaları her alternatif tedarikçi için yapılır. Sonrasında, tedarikçi için tüm bu kriterler için almış olduğu puanlar toplanır. Elde edilen puanlara göre tedarikçi sıralaması yapılır ve en iyi tedarikçi seçilir.

Bu yöntemin avantajı, çok basit ve sade bir yapıya sahip olmasıdır. Ancak her bir kritere eşit puan vermesi ve puanların kişisel değerlere göre verilmesi bu yöntemi zayıf kılmaktadır. Bu yöntem genelde alternatif belirlenen tedarikçilerin ayıklanmasında ve ön eleme sürecinde kullanılan bir yöntemdir. Bu ön eleme sonrası elenmeyen tedarikçiler arasında daha ayrıntılı bir seçim yapılması gerekmektedir (Bayrakçıgil, [18]).

3.3.1.2 Ağırlık noktası yöntemi

Bu yöntemde tedarikçi seçimi için belirlenen kriterlere ağırlıklar verilir ve kendi içerisinde önem sırası belirlenir. Her bir kriterin ağırlığı, tedarikçilerin performans puanı ile çarpılarak, her tedarikçi için toplam puan elde edilir. Elde edilen bu puanlara göre tedarikçi sıralaması yapılır ve en iyi tedarikçi seçilir. Kategorik yöntemde verilen yeterli, yetersiz ve nötr değerleri yerine her bir ölçüt için atanan ağırlık değerleri 1 ile 10 arasında değişmektedir (Geçer, [49]).

Bu yöntemin en büyük dezavantajı, yüksek puana sahip bir kriterin zayıf puanlı birkaç kriteri telafi edebilmesidir. Boer ve diğ. (1998) bir ya da birçok kritere alt sınırlama getirilmesi gerektiğini öne sürmüştü ve telafi sorununa kısmi çözüm getiren sıralama yaklaşımını önermiştir (Bayrakçıgil, [18]).

3.3.1.3 Sıralama yaklaşımı

Doğrusal ağırlıklandırma yöntemlerinin karakteristik özelliği tamamıyla telafi özelliğine sahip olmalarıdır. Bu ise tedarikçilerin seçiminde gözden kaçırılmaması gerekli sorunlara yol açabilir. Örneğin; tedarikçi seçiminde işletmenin belirlemiş olduğu kriterlerin birçoğunda yüksek puan alarak üste çıkan bir tedarikçi, aslında kalite yönünden düşük puan almış olabilir. İşletme için de kalite kriterinin vazgeçilmez bir unsur olduğu düşünülürse, bu tedarikçi seçimi istenen sonucu vermiş değildir, yorumu yapılabilir. Sıralama yaklaşımı, istenmeyen bu durumlar için bir sınırlama imkanı verse de, seçeneklerin karşılaştırma güçlükleri ve belirsizlikler nedeniyle doğrusal ağırlıklandırma yöntemine ancak kısmi bir iyileştirme sunmaktadır (Bayrakçıl, [18]).

3.3.1.4. Analitik hiyerarşi prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), 1970'li yıllarda Thomas Saaty tarafından geliştirilmiş bir ÇÖKV yöntemidir. Bu metod, belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif açısından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumunda kullanılır. AHS, karar vericilerin karmaşık problemleri; problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir (Gülten, [50]).

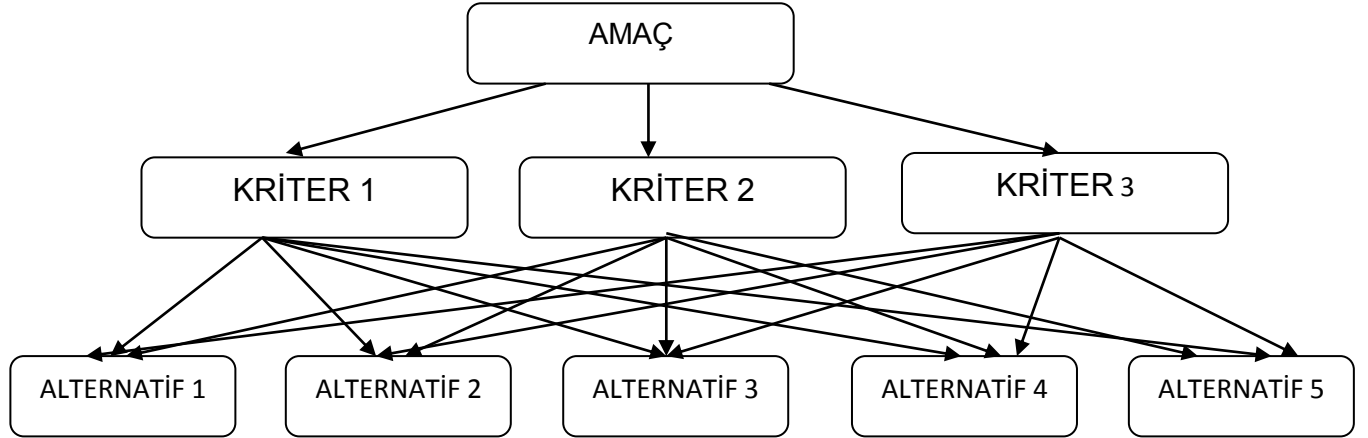
AHP'nin en önemli özelliği, karar vericinin hem objektif hem de subjektif düşüncelerini karar verme sürecine dahil edebiliyor olmasıdır.

AHP yöntemi dört aşamadan oluşmaktadır. Bu adımlar;

- Hiyerarşik yapının oluşturulması,
- İkili karşılaştırma ve üstünlüklerin belirlenmesi,
- Tutarlılığın hesaplanması ve
- Seçeneklerin öncelik değerlerinin hesaplanması olarak sıralanabilir.

Hiyerarşik yapının oluşturulması:

AHP sürecinde karar probleminin amacı doğrultusunda, kriterler ve alternatifler belirlenerek bir hiyerarşik yapı oluşturulur ve ilişkiler gösterilir.



Şekil 3.1 Hiyerarşik modeli

İkili karşılaştırma ve üstünlüklerin belirlenmesi:

Şekil 3.1’de belirtildiği şekilde hiyerarşik yapıda yer alan alternatifler, Tablo 3.2’de verilen Saaty önem skalasına göre kriterler bazında kıyaslanır ve ağırlık değerleri hesaplanır.

Tablo 3.2 Saaty önem skalası

Önem Değerleri	Tanım
1	Her iki faktör eşit derecede önemli
3	1.faktör 2.faktörden daha önemli
5	1.faktör 2.faktörden çok önemli
7	1.faktör 2.faktöre göre çok fazla önemli
9	1.faktör 2.faktöre göre mutlak üstün
2,4,6,8	Ara değerler

Tutarlılığın hesaplanması:

Her bir alternatif için kriterlere göre ağırlık değerlerinin hesaplanmasının ardından, oluşturulan matrislerin tutarlılık indeksi hesaplanır. Tutarlılık indeksinin 0,1'den düşük olması istenmektedir. Eğer bulunan indeks değeri yüksek ise, oluşturulan matris tutarlı değildir ve karar vericinin tutarlı kararlar vermediği anlamına gelmektedir. Bu durumda, işlemler baştan tekrarlanmalıdır.

Seçeneklerin öncelik değerlerinin hesaplanması:

AHP'de karar problemi hiyerarşik bir şekilde modellendikten ve de ikili karşılaştırmalar yapılmak suretiyle modeldeki tüm elemanların yerel öncelik değerlerinin belirlenmesinden sonra, yukarıdan aşağıya doğru etkileşim halinde olan öğelerin yerel önceliklerinin, en üst düzeyden en alttaki seçeneklere kadar birbirleriyle çarpılması sonucu elde edilen bütünsel önceliklerin toplanarak her bir seçeneğin genel öncelik değerleri hesaplanır. Elde edilen bu önceliklere göre seçenekler en yüksek önceliğe sahip olandan en düşük önceliğe sahip olana doğru sıralanır ve en yüksek önceliğe sahip olan seçenek seçilir (Göze, [51]).

ÇÖKV metotlarından olan AHP literatürde tedarikçi seçim sürecinde birçok çalışmada uygulanmıştır. Bunlardan bazıları Tablo 3.3'te belirtilmektedir.

Tablo 3.3 Literatürde tedarikçi seçiminde kullanılan AHP çalışmaları

Barbarasoğlu ve Yazgaç (1997)
Hill ve Nydick (1992)
Narasimhan (1983)
Tam ve Tummala (2001)
Yurdakul ve İç (2001)
Dağdeviren ve Eren (2001)
Bhutta ve Huq (2002)
Hanfield ve diğ. (2002)
Muralidharan ve diğ (2001)
Chan (2003)
Chan ve Chan (2004)
Liu ve Hai (2005)
Hou ve Su (2007)
Özyörük ve Özcan (2008)
Ecer ve Küçük (2010)

3.3.2 Maliyet yöntemleri

Maliyet yöntemlerinden Maliyet Oran Yöntemi Timmerman (1986) tarafından geliştirilmiş olup, bu yöntemde her bir ölçütün maliyetinin hesaplanması, bu değerlerin toplam değer içindeki yüzdesinin bulunması ve tedarikçilere ilişkin bir maliyet çıkarılması sağlanır. Bu yöntemin olumsuz yanları; çok fazla finansal veri gerektirmesi ve maliyet hesaplamada karmaşıklık yaratmasıdır (Geçer, [49]).

3.3.3 Matematiksel programlama yöntemleri

Tedarikçi seçimi probleminde birçok matematiksel programlama yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlere tamsayılı programlama, hedef programlama, bulanık mantık yaklaşımı, veri zarflama analizi, yapay zeka modelleri ve MOORA örnek olarak verilebilir.

3.3.3.1 Tamsayılı programlama

Doğrusal programlamadan türemiş bir yöntemdir. Bir problemde belirlenmiş olan kısıtları da dikkate alarak amaç fonksiyonunu en iyilemeyi hedefleyen bir metottur. Tedarikçi seçiminde belirli kısıtlar altında en iyi sonuca ulaşmak için tamsayılı programlama yöntemleri, gerek tek başına bir yöntem olarak gerekse diğer yöntemler ile birlikte kullanılabilir (Geçer, [49]).

Literatürde tedarikçi seçiminde; O'Brien [28], Weber ve Current [52] tamsayılı programlama yöntemini tercih etmişlerdir.

3.3.3.2 Hedef programlama

Tedarikçi seçiminde seçilen hedefler için önem ağırlıkları ya da öncelik sıralarının belirlendiği ÇAKV yöntemlerinden biridir.

Hedef programlama, günümüzde ÇAKV problemlerinde en fazla tercih edilen yöntemlerden biridir. Literatürde; Weber vd.,[53] ve Wang vd. [54] tedarikçi seçim sürecinde hedef programlama yöntemini kullanmışlardır.

3.3.3.3 Bulanık mantık yaklaşımı

Bulanık mantık, belirsizlik olduğu durumlarda çok kriterli bilgiyi modelleyebilmek için kullanılmaktadır. Karar vermede yüksek derecede belirsizlik ve karmaşıklık var ise, karar değişkenlerini sistematik bir biçimde ele almak için bulanık küme teorisi en elverişli araçlardan birisidir (Kumar vd., [55]).

Literatürde; Morlacchi [56], Kumar vd. [57] Vanegas ve Labib [58] tedarikçi seçimi sürecinde bulanık mantık yaklaşımını uygulamışlardır.

3.3.3.4 Veri zarflama analizi (VZA)

VZA'da, alternatifler fayda ölçütleri (çıkıtı) ve maliyet ölçütleri (girdi) olarak değerlendirilir. Bir alternatifin etkinliği, çıktıların ağırlıklandırılmış toplamının girdilerin ağırlıklandırılmış toplamına oranı ile hesaplanmaktadır.

VZA her bir alternatif tedarikçi için en uygun ağırlık kümesini bulur. Bu küme değerlendirilecek olan tedarikçinin etkinliğinin 1'i geçmemesini sağlar. Bu yöntem ile alternatif olarak belirlenmiş olan tedarikçiler etkin ve etkin olmayan tedarikçiler olarak sınıflandırılır (Ayyıldız, [59]).

Literatürde, Narasimhan vd. [60], Mahdiloo vd. [61] tedarikçi seçim problemi çalışmalarında VZA yöntemini kullanmışlardır.

3.3.3.5 Yapay zeka modelleri

Günümüzde, mevcut uzmanlardan alınan bilgiler ve geçmiş verilerle bilgisayar destekli oluşturulan yapay sinir ağları ve durum tabanlı çıkarsama yöntemleri gibi yapay zeka modelleri, tedarikçi seçiminde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Wei vd. [62]'e göre yapay sinir ağları yöntemi, karar destek sistemi olarak geleneksel yöntemlere göre para ve zaman tasarrufu sağlar, karmaşıklık ve belirsizlik durumlarında geleneksel yöntemlerden daha iyi sonuç verir.

Bu yöntemin dezavantajı ise, kalifiye eleman ihtiyacı ve yazılım gerekliliğinin olmasıdır (Geçer, [49]).

3.3.3.6 MOORA ve MULTIMOORA yöntemleri

MOORA metodu ve ardından MULTIMOORA metodu, ilk olarak Willem Karel M.Brauers ve Edmundas Kazimieras Zavadskas tarafından tanıtılmıştır.

Belirli kısıtlara bağlı olarak iki veya daha fazla çakışan kriterleri optimize etmeyi hedeflemektedir. MOORA ve MULTIMOORA alternatifleri sıralayarak değerlendiren ÇÖKV'de çok yeni bir yaklaşımdır. Bu yöntemler hakkında detaylı bilgi 3.6 nolu bölümde verilmektedir.

3.3.4 İstatistiksel yöntemler

Tedarikçi seçim problemlerinde çözüme ulaşmada istatistiksel yaklaşımlar oldukça sınırlıdır. Çok değişkenli istatistik teknikleri çok sayıda tedarikçinin incelenmesini gerektiren durumlarda, karar vericiye tedarikçileri bir ön analiz ile sınıflandırma olanağı sunmaktadır. Bu işlev ile istatistiksel yöntemler, işletmelerin tedarikçileri değerlendirme sürecini daha hızlı ve daha düşük maliyetle işletmelerine olanak sağlamaktadır.

İstatistiksel modeller özellikle, tedarikçi seçimine ilişkin mevcut stokastik belirsizliklerin değerlendirilmesinde kullanılır (Bayrakçıgil, [18]).

3.4 Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Yöntemlerin Değerlendirilmesi

Literatürde, tedarikçi seçimi sürecinde birçok yöntemin denendiği, kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan bu yöntemlerin kendi içlerinde, hem kullanım kolaylıkları, hem de kullanılacak tedarikçi seçim sürecine uyumu göz önünde bulundurularak birden çok avantaj ve dezavantaj barındırdıkları unutulmamalıdır.

Muralidharan vd. [41]'e göre tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemlerin zayıf ve güçlü yanları Tablo 3.4'de belirtilmektedir (Geçer, [49]).

Tablo 3.4 Tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemlerin değerlendirilmesi

Yöntemler	Avantajları	Dezavantajları
Kategorik Yöntem	<ol style="list-style-type: none"> 1.Nicel ve nitel kriterlerin bir arada değerlendirilebilmesi 2.Kolay uygulanabilir olması. 3.Uygulama maliyetinin düşüklüğü. 4.Az veriyle çalışılabilmesi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Kriterlere eşit önem ağırlıklarının verilmesi. 2.Kriterler için yargıların özneliği.
Ağırlıklandırma Yöntemleri	<ol style="list-style-type: none"> 1.Kriterlere farklı ağırlıklar atanabilmesi 2.Nicel ve nitel kriterlerin bir arada değerlendirilebilmesi 3.Kolay uygulanabilir olması 4.Fazla sayıda karar vericiye imkan tanınması 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Kriterlere ilişkin yargılamaların muğlak kalması 2.Standardizasyon veya normalizasyon gerektirmesi 3.Ölçek problemi
Matematiksel Programlama Yöntemleri	<ol style="list-style-type: none"> 1.En iyi çözümü bulmayı vaat etmesi 2.Nesnel değerlendirme 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Çoklu karar vericinin modele katılmasının zorluğu 2.Model oluşumundan önce amaç fonksiyonu katsayılarının ihtiyaç duyulması 3.Doğrusal ve Tamsayılı programlamalarda bazı amaçları kısıt olarak kabul etmesi 4.Zor uygulanabilir olması
İstatistiksel Yöntemler	<ol style="list-style-type: none"> 1.Belirsizlikler değerlendirilebilir 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Dağılımların varsayımları 2.Karmaşık hesaplar gerektirdiğinden anlaşılmasının zor olması
Maliyet Yaklaşımı	<ol style="list-style-type: none"> 1.Maliyet kontrolü hedefli bir yöntem oluşu 2.Nesnel değerlendirme 3.Sapmaların denetlenebilmesi 	<ol style="list-style-type: none"> 1.Tüm kriterlerin maliyet cinsinden değerlendirilememesi 2.Fazla veri gerektirmesi 3.Yüksek uygulama maliyeti 4.Az sayıda kriterin modele katılabilmesi

3.5 Çalışmada Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesi

Bu çalışmada kullanılacak yöntemin belirlenmesinde, uygulama yapılacak olan işletmenin yapısı dikkate alınarak; istenilen amaç, belirlenen kriterler ve nitelikleri ile alternatifler incelenmiştir.

Uygulamanın yapılacağı işletmenin tedarikçi seçiminde kullanılacak olan kriterlerin belirlenmesi aşamasında, kriter değerlerinin farklı formlarda yer aldığı dikkat çekmiştir. Hem gerçek sayı, hem sayı aralıkları, hem de sözel olarak ifade edilebilen kriterlerin yer aldığı bir karar matrisinin oluşturulacağı saptanmıştır.

Aynı zamanda işletme, yürütmekte olduğu tüm projelerde kullanılmak üzere, en iyi tedarikçi sıralamasını veren bir metot istemekte ve bu metodu kullanmakta olduğu ERP sistemine entegre etmek istemektedir. Teklif sürecinde değerlendirme aşamasında kullanılacak olan bu metodun ERP sisteminde çalışma zamanı önemlidir. Uzun çalışma zamanına sahip olan bir model, sistemi yavaşlatabilir ve bu da sürecin uzamasında neden olabilmektedir. Bu nedenle hem en iyi sıralamayı verebilecek hem de çalışma zamanını kısa tutacak bir model tercih edilmektedir.

Burada henüz çok yeni olan, tedarikçi seçiminde çok da fazla kullanılmamış olan 2-Tuple MULTIMOORA metodu çalışma için tercih edilmiş olup, bu çalışmada en iyi tedarikçi seçim sıralamasının yapılması hedeflenmektedir.

2-Tuple MULTIMOORA metodunun içerisinde birden fazla farklı formlara sahip veri gruplarını ele alabiliyor olmamız ve çalışma zamanının kısa olması istenmesi nedeniyle öncelikli olarak tercih etme sebebidir..

Öncelikli olarak, çalışmada kullanılacak olan MULTIMOORA yaklaşımı ile ilgili ayrıntılı bilgi verilecektir.

3.6 MOORA Metodu

3.6.1 Tanım

MOORA metodu ilk olarak, Willem Karel M.Brauers ve Edmundas Kazimieras Zavadskas tarafından 2006 yılında "Control and Cybernetics" adlı dergide yayınlanan çalışmaları ile ortaya çıkmıştır. Bu çok ölçütlü optimizasyon metodunda, belirtilmiş olan kısıtlar doğrultusunda iki veya daha fazla çakışan kriterin optimize edilmesi olarak da ifade edilmektedir.

MOORA'nın diğer metotlardan en büyük farkı, belirtilmiş olan tüm amaçları dikkate alması ve değerlendirmeye çalışması ile, alternatifler ve amaçlar arası tüm etkileşimleri ayrı ayrı değil, aynı anda göz önüne alarak subjektif olmayan yönsüz değerler ile normalizasyon işlemini gerçekleştirmesidir.

MOORA yöntemini diğer metotlar arasında üstün kılan özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

1. Tüm amaçların dikkate alınarak değerlendirme yapılması
2. Alternatifler ve amaçlar arası tüm etkileşimlerin parça parça değil, aynı anda göz önünde bulundurulması ve
3. Subjektif ağırlıklı normalleştirme yerine subjektif olmayan yönsüz değerler kullanılması

MOORA metodu aşağıda belirtilmiş olan dayanıklılığın 7 koşulunu sağlamaktadır;

1. Tüm etkilenenler işlemlere katılmaktadır.
2. Tüm amaçlar dikkate alınmaktadır.
3. Alternatifler ve amaçlar arası tüm ilişkiler dikkate alınır.
4. Öznel değildir.
5. Sıralı olmaması üstünlüğü (Cardinal yapıda olması) vardır.
6. En güncel veriler kullanılır.

7. Farklı MOORA tekniklerinin bir arada kullanılarak sonuçlarının beraber değerlendirilebilmesi mümkündür.

MULTIMOORA metodu ise, vektörel normalizasyonu içermekte olup, her bir amaç fonksiyonunun eşit önemde olduğunu kabul etmektedir.

Literatürde geçen çeşitli MOORA yöntemleri şu şekildedir;

1. MOORA-Oran Metodu
2. MOORA-Referans Noktası Yaklaşımı
3. MOORA-Tam çarpım formu
4. MULTI-MOORA (MOORA+Tam Çarpım formu)

Bu metotlar aşağıdaki bölümlerde, başlıklar altında ayrıntı şekilde ele alınmaktadır.

3.6.2 Literatür araştırması (MOORA VE MULTIMOORA)

Literatürde son yıllarda yer almaya başlayan MOORA ve MULTIMOORA metotlarının yer aldığı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

- Brauers ve Zavadskas [63] geçiş ekonomisinde özelleştirme ile ilgili yapmış oldukları çalışmada MOORA oran analizi yöntemini kullanmışlardır.
- Brauers vd. [64] yüklenici firmalar için sıralandırma ile ilgili yaptıkları çalışmada MULTIMOORA metodunu kullanmışlardır.
- Kalibatas ve Turskis [65] MOORA algoritması kullanarak bina içi havalandırma sistemlerinin çok kriterli değerlendirmesini yapmışlardır.
- Brauers vd. [66] karayolu tasarımı optimizasyonu ile ilgili yapmış oldukları çalışmada MOORA yöntemi uygulamışlardır.
- Brauers vd. [68] tesis bölgelerinin değerlendirilmesinde MOORA metodundan yararlanmışlardır.
- Brauers vd. [67] bölgesel gelişim değerlendirmesi Litvanya uygulaması için MULTIMOORA metodunu tercih etmişlerdir.

- Brauers vd. [69] geçiş ekonomisi için proje yönetiminde fayda-zarar analizini yaparken MULTIMOORA kullanmışlardır.
- Kracka vd. [70] bina ısı kayıplarının sıralanmasında MULTIMOORA tekniğini tercih etmişlerdir.
- Brauers ve Zavadskas [71] gayrimenkul satın alınırken banka kredisine karar verme ile ilgili yapmış oldukları çalışmada MULTIMOORA yöntemini kullanmışlardır.

2011 yılında Chakraborty tarafından MULTIMOORA yönteminin diğer çok ltl karar verme yöntemleriyle karşılaştırılması yapılmıştır. MULTIMOORA'nın diğer önemli karar verme yöntemiyle karşılaştırılması Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5 MOORA ile diğer KV yöntemlerinin karşılaştırılması (Chakraborty, [72])

	AHP	TOPSİS	VIKOR	ELECTRE	PROMETHEE	MOORA/MULTIMOORA
Hesaplama Sresi	çok fazla	Orta	Az	Fazla	Fazla	çok az
Kolaylık/sadelik	çok hassas	Oldukça hassas	Sade	Oldukça hassas	Oldukça hassas	çok sade
Matematiksel Hesaplamalar	Maksimum	Orta	Orta	Orta	Orta	Minimum
Kararlılık/Dayanıklılık	Düşük	Vasat	Vasat	Vasat	Vasat	Yüksek
Bilgi Yapısı	Karışık	Kantitatif	Kantitatif	Karışık	Karışık	Kantitatif

3.6.3 MOORA metotlarının yapısı ve akışı

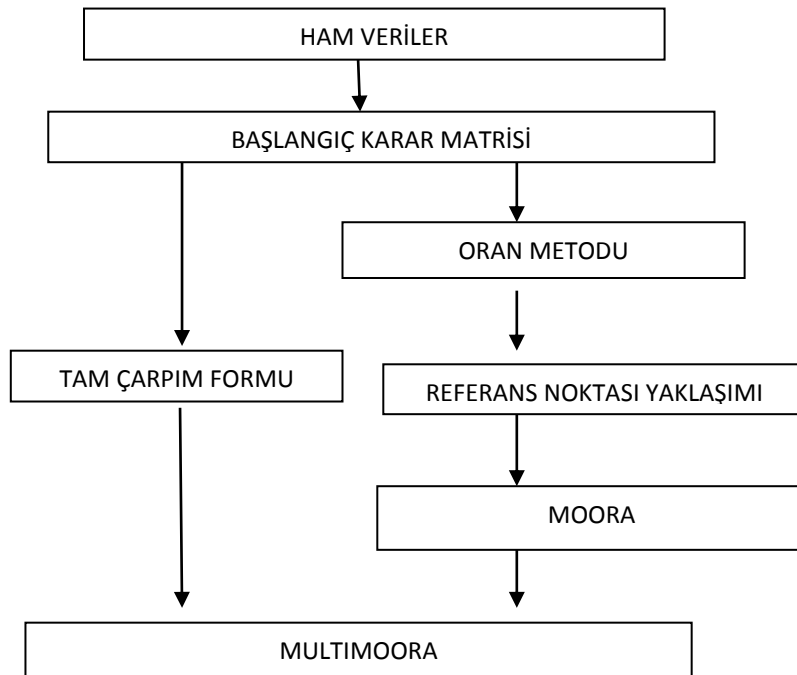
MULTIMOORA kendi başına bir yöntem olmayıp, farklı MOORA metotları sonucu yapılan sıralamaları en son baskınlıklarına göre değerlendirerek son bir değerlendirme yapılmasını sağlamakta olup, mevcut çok kriterli karar verme metotları arasında dayanıklılık açısından en yüksek noktada yer almaktadır.

MULTIMOORA yöntemi, aşağıda belirtilen yöntemleri dikkate alan sıralama oluşturarak değerlendirme yapmayı sağlayan bir yöntemdir. Dikkate alınan bu yöntemler literatürde şu şekilde yer almaktadır;

- Oran Metodu (Ratio Anaysis)
- Referans noktası yaklaşımı (Reference Point Approach) ve
- Tam çarpım formu (Full Multiplicative Form)

Özellikle ilk 2 yöntem olan “oran analizi” ve “referans noktası yaklaşımı” ile edilen sıralamalar ile MOORA yöntemi şekillenmektedir. Sonrasında “Tam çarpım form” metodu ile belirlenmiş olan sıralamalar sınanarak objektiflik artırılmış olmaktadır ve MULTIMOORA metodunu meydana getirmektedir.

MOORA ve Multimora yöntemleri akış diyagramı Şekil 3.2’de belirtilmiştir.



Şekil 3.2. MOORA ve MULTIMOORA akış şeması

Farklı alternatiflerin her bir amaç fonksiyonundaki değerlerinden oluşan ham veriler, öncelikli olarak başlangıç karar matrisi şekline dönüştürülür.

Bu X karar matrisinde ;

$$i = \{1,2, \dots, m\} \text{ ve } j = \{1,2, \dots, n\}$$

olmak üzere,

X_{ij} : i . alternatifin, j . kriterde aldığı değer

olarak tanımlanmaktadır.

Matris eşitlik (3.3) 'de belirtildiği şekilde oluşturulmaktadır

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

MOORA yöntemlerinden, oran sistemi metoduna bağlı olarak normalleştirilmiş değerler için yapılan hesaplamalar ve Referans noktası yaklaşımı kullanılarak elde edilmiş olan referans noktası uzaklıkları ile MOORA değerlendirilmesi yanı sıra MULTIMOORA'yı tamamlayıcı başlangıç matrisine dayalı tam çarpım formu neticesinde daha objektif değerlendirmeler yapılması mümkün olabilecektir. Kullanılacak olan MULTIMOORA yöntemi ile ilgili detaylı bilgi 4.7'de verilmektedir.

3.6.3.1 Oran metodu

Oran analizinde eşitlik (3.3)'de belirtilmiş olan X karar matrisi her alternatifin her amaç fonksiyonunda aldığı değerler kümesi olarak tanımlanmaktadır. Ardından, matris değerlerinin ölçüsüzlüğün sağlanması ve birbirleriyle karşılaştırılabilir hale getirilebilmesi için normalizasyon işlemi yapılır. Böylelikle normalize edilmiş değerlerin herhangi bir birim taşımaması sağlanmış olmaktadır. Oran analizinde bu normalizasyon prosedürü, bir alternatifin bir kriterdeki değerinin, o kriterin tüm alternatifleri için temsili bir payda ile kıyaslanması olarak tanımlanmaktadır.

Basit bir normalizasyon eşitlik (3.4)'de belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (3.4)$$

Burada x_{ij}^* herhangi bir ölçüsü olmayan [0,1] aralığında değer alan, i.alternatifin j. kriterdeki normalize edilmiş değeridir. Burada dikkat edilmesi gereken yer, kriterlerin karar verme tipinin belirli olmaması, diğer bir deyişle minimum veya maksimum olarak belirtilmemiş olmasıdır. Bu nedenle Brauers eşitlik (3.5)'te belirtilen normalizasyon prosedürünü tanımlamıştır (Vektörel Normalizasyon). Brauers'a göre, basit normalizasyon metodunun, kriter çeşitliliğinin artması ve dolayısıyla karar matrisinin çok büyük olması durumlarında çalışmadığı, doğru sonuçlar vermediği görülmüştür.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (3.5)$$

MOORA metodunda, normalize edilmiş değerlerde maksimum karar verme tipine sahip olan kriterler için ekleme, minimum karar verme tipine sahip olan kriterler için ise çıkarma işlemi yapılır. Eşitlikte g , maksimum karar verme tipine sahip kriter sayısını ifade etmektedir (Balezentis, [101]).

$$y_i = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (3.6)$$

y_i değeri, i . alternatifin tüm kriterler dikkate alındığında aldığı değerlendirme değeridir. Değerleme değerlerine göre alternatifler sıralandığında, en yüksek değere sahip alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir, bu değer azaldıkça alternatif kötüleşir. Burada, tüm alternatifler için y_i değerlerinin hesaplanıp büyükten küçüğe sıralanması önerilmektedir.

3.6.3.2 Referans noktası yaklaşımı

Referans noktası yaklaşımı oran sistemine dayanmaktadır. Oran metoduna ek olarak, burada maksimum amaç referans noktası yaklaşımı geçerlidir ve bu yaklaşım realistik ve subjektif olmayan bir yapıya sahiptir. Her referans noktası için koordinatlar (r_i) , alternatiflerin ayrı ayrı dikkate alınarak belirlenmesi ile oluşur.

$A(a_1, b_1)$ ve $B(a_2, b_2)$ iki alternatif için $(r_i) = (\max(a_1, a_2), \max(b_1, b_2))$ 'dir.

Örneğin; seçim sürecinde 3 alternatif olsun, bunlar: $A(10;100)$, $B(100;20)$ ve $C(50;50)$ şeklinde belirlenmiş olsun. Bu durumda maksimum amaç referans noktası $(R_m) = (100;100)$ olarak belirlenir.

Burada oran analizinde hesaplanmış olan normalize edilmiş değerler dikkate alınır.

Eşitlik (3.5)'e göre hesaplanan normalize edilmiş değerler için;

$i = 1, 2, \dots, n$ alternatifler, $j = 1, 2, \dots, m$ kriterler ve (r_j) i.alternatif için belirlenmiş referans noktası koordinatları olmak üzere,

$$(r_j - x_{ij}^*) \quad (3.7)$$

değerleri hesaplanır.

Elde edilen matriste Min-Max metric of Tchebycheff uygulanır.

$$\min_i \left(\max_j |r_j - x_{ij}^*| \right) \quad (3.8)$$

Brauers ve Zavadskas [63] bu min-max metric yönteminin, referans noktası teorisinde kullanılan metriklerin arasında en iyi olduğunu ifade etmektedirler. Çıkan değerler en büyükten en küçüğe doğru sıralanmaktadır.

3.6.3.3 Tam çarpım formu

Brauers ve Zavadskas (2010) MOORA metodunu geliştirerek Tam çarpım yaklaşımını getirmişlerdir. Bu yaklaşım ile her bir karar verme birimi için maksimize edilecek ölçütlerle minimize edilecek ölçütlerin oranı yapılarak bir sıralamanın MOORA ile yapılacak sıralamayı test etmek ve objektifliğini arttırmak üzere katkı sağlayacağını ileri sürmüşlerdir.

i.alternatif için toplam çarpım değeri eşitlik (3.9)'a göre hesaplanır;

$$U_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (3.9)$$

Burada;

$A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij}$ olup, maksimum olması amaçlanan tüm kriterlerde *i*.alternatifin aldığı değerler çarpımıdır.

$B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij}$ olup, minimum olması amaçlanan tüm kriterlerde *i*.alternatifin aldığı değerler çarpımıdır.

Her bir alternatif için hesaplanmış olan bu U_i değerlerinin maksimumdan minimum değere doğru sıralaması yapılır.

Uygulanan MOORA metotları sonunda, yapılan sıralamalar toplu bir şekilde değerlendirilir ve bir baskınlık karşılaştırılması yapılarak sıralamaya konulur.

Bu çalışmada, MOORA metodu içerisinde kullanılacak olan veri setlerinde bulanıklık, belirsizlik durumları yer almaktadır. Belirlenen kriterler arasında sayısal olarak ölçülemeyen veri setlerinin yer alması nedeniyle bulanıklık ve bulanık mantık kavramları da incelenmiş olup, Bölüm 4'de ayrıntılı bir şekilde değinilmiştir.

4 BULANIK MANTIK

Bulanıklık (mantık, sistem, küme) özellikle sözel belirsizliğin bir ifadesi olarak kabul edilmektedir. Birçok sorunun yorumlanmasında sayısal bilgi yerine karar vericilerin görüş, deneyim ve düşünceleri sözel olarak ifade edilebilmektedir. Ancak bu ifadeler her bölgede, her alanda farklılık gösterebilmektedir.

Gerçek dünya oldukça karmaşıktır ve bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünceden yoksunluk ve karar verilemeyeşten kaynaklanır. Birçok sosyal, iktisadi ve teknik konuda insan düşüncesinin tam anlamı ile olgunlaşmamış olmasından dolayı belirsizlik her zaman bulunur. Gerçek bir olayın kavranılması insan bilgisinin yetersizliği sebebiyle tam anlamı ile mümkün olmadığından insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorumlarda bulunur. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir. Zadeh (1968) tarafından, gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelemeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceği ifade edilmiştir. Çünkü insan çok fazla olan bilgi kaynaklarının tümünü aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de ihtiva ettiği vurgulanmalıdır. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez (Evans, [73]; Zadeh vd. [74]).

4.1 Belirsizlik ve Kesin Olmayış

Bulanık kelimesi genel olarak puslu, dumanlı, kesin olarak ayırt edilemeyen, belirsiz, kafa karıştıran gibi anlamları taşımaktadır. Bulanıklığın anlamı, bir araştırmanın incelediği konunun kendisi tarafından tam olarak bilinmemesi durumunda sahip olduğu eksik ve belirsiz bilgilerin tümüdür (Lootsma, [75]; Zimmermann,[76]).

Mantık, sistem vb için bulanıklık, belirsizliğin bir ifadesidir. Geçmişte belirsizliklerin işlenmesi ve anlamlı sonuçlara varılabilmesi için olasılık teorisi kullanılmıştır.

Matematik ve mühendislikte bu teori belirsizlik durumlarında istatistiki yöntemlerle beraber kullanılır. Bu nedenle de bütün belirsizliklerin rastgele karakterde olduğu kavramı yaygınlaşmıştır. Rastgeleliğin en önemli özelliği, sonuçların ortaya çıkmasında tamamen şans olayının rol oynaması ve gerekli öngörülerin ve tahminlerin kesin bir doğrulukta önceden yapılamamasıdır. Ancak, bilinen belirsizliklerin hepsi rastgele karakterde değildir. Günlük hayatta karşılaşılan belirsizliklerin çoğunun rastgele olmadığı kolaylıkla anlaşılabilir (Klir ve Yuan, [77]). Rastgele karakterde olmayan olaylar için örneğin, sözel belirsizlikler halinde inceleme ve sonuç çıkarma işlemlerinde ihtimaller hesabı ve istatistik gibi sayısal belirsizlikleri gerektiren yöntem bilimler uygulanmaz. Etrafımızda ilgimizi çeken birçok sorunu sayısal bilgilerden ziyade çok kere görüş, değer yargısı, takdir ve düşüncelerimizi sözel olarak ifade ederek inceler ve yorumlarız. Bu ifadelerin anlamlı olmaları ve başkalarına iletilebilmesi için mutlaka her insanın en az bir dile ihtiyacı vardır. Dil ne kadar kesin olmayan kelime ve cümleleri ihtiva etse de, insanın iletişim kurmasında ve bilgi akışında en etkin olan vasıtaadır. Dildeki belirsizliklere rağmen insanoğlu onunla birbirini kolayca anlayabilmektedir.

Örneğin “hava soğuk” dediğimizde havanın belirli bir derecenin altında ve soğuk olduğunu anlarız. Bunu sayısallaştırmaya çalıştığımızda, Ekvator’da yaşayan insanlar için 15 °C, kutupta yaşayan insanlar için ise -15 °C olarak yorumlanabileceğini söyleyebiliriz. Bu durumda “soğuk” olarak ima edilen anlayışın sayısallaştırıldığında aslında belirsiz bir ortamın ortaya çıktığını görmekteyiz. Bu durumun rastgele bir olay olmadığını, belirsizlik olduğunu söyleyebiliriz. Bu şekilde kelimelerin ima ettikleri belirsizliklere bulanıklık denir. Burada dikkat edilmesi gereken; soğuk kelimesinin ne kadar fazla sayısal dereceler topluluğunu temsil ettiğidir, bu topluluklara da “bulanık küme” adı verilir.

Bulanık mantık günümüzde çok sık kullanılan ve davranışların bu şekilde yorumlandığı bir yapıya ulaşılmasını sağlayan matematiksel bir disiplindir. Temelini, doğru ve yanlış değerlerin belirlediği Bulanık Küme Kuramı (Fuzzy Set Theory) oluşturur. Burada yine geleneksel mantıkta olduğu gibi (1) ve (0) değerleri vardır. Ancak bulanık mantık yalnızca bu değerlerle yetinmeyip bunların ara değerlerini de kullanmaktadır.

Bulanık mantığın geçerli olabileceği durumları şu şekilde belirtilebilir.

- 1) olayın çok karmaşık olması ve yeterli olan bilginin elde edilememesi nedeniyle uzman görüşlerine dayalı verilerin verilmesi ve
- 2) İnsan anlayışına ve karar vermesine ihtiyaç göstermesi.

Bulanık mantık, kişisel düşüncelerin ve sözel belirsizliklerin modellenmesinde kullanılan matematiksel bir yoldur. Kişisel kararların ve değerlendirme süreçlerinin algoritmik formda ifade edilmesini sağlamaktadır (Altrock, [78]). Bulanık mantık, kesin karar verme yerine yaklaşık karar verme biçimleri ile ilişkilidir. Bulanık mantığın önemi, özellikle sağduyu kullanılarak verilecek olan kararların doğasının yaklaşıklık üzerine kurulu olmasından kaynaklanmaktadır (Zadeh, [79]).

Bulanık mantığın temelde sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Kıyak ve Kahvecioğlu, [80]);

- İnsan düşünce sistemine ve tarzına yakındır.
- Uygulamasında mutlaka matematiksel bir modele gereksinim duymaz.
- Yazılımın basit olması nedeniyle, sistem daha ekonomik olarak kurulabilir.
- Bulanık mantık kavramını anlamak kolaydır.
- Üyelik değerlerinin kullanımı sayesinde diğer kontrol tekniklerine göre daha esnektir.
- Kesinlik arz etmeyen bilgilerin kullanılması söz konusudur.
- Doğrusal olmayan fonksiyonların modellenmesine izin verebilir.
- Sadece uzman kişilerin tecrübelerinden faydalanılarak, kolaylıkla bulanık mantığa dayalı bir modelleme ya da sistem tasarlanabilir.
- Geleneksel kontrol teknikleriyle uyum halindedir.
- İnsanların iletişimde kullandıkları sözel ifadelerin bulanık mantıkta kullanımı ile daha olumlu sonuçlar çıkmaktadır.

4.2 Bulanık Ortamda Karar Verme

Geleneksel bir karar verme problemi altı bileşenden meydana gelmektedir. Bunlar sırasıyla;

- Karar verici,
- Amaç,
- Karar kriteri,
- Seçenekler,
- Olaylar ve
- Sonuçtur.

Bulanık bir ortamda karar verme probleminde ise, yine bu bileşenler geçerlidir. Burada, söz konusu bileşenlerden karar verici ve seçenekler kümesinde herhangi bir bulanıklığın söz konusu olmadığı söylenebilir. Amaç ve karar kriterleri ise bulanıklık gösterebilir. Karar verici, amaç fonksiyonu için ulaşmak istediği erişim düzeyini bulanık olarak belirleyebilir. Ayrıca karar kriterini gösteren fonksiyonun parametre değerleri bulanık sayılarla tanımlanabilir. Birbirini tanımlayan amaç ve karar kriteri bileşenleri, bulanık bir hedef olarak ele alınabilir (Özkan, [81]).

Tedarikçi seçiminde kriterlerin belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde bulanık mantık yaklaşımı, bilgi belirsizliğinin ölçülemediği ve sayısallaştırılmadığı durumlarda kullanılmaktadır.

Karar vermede, yüksek derecede belirsizlik ve karmaşıklık varsa karar değişkenlerini sistematik bir biçimde ele almak için bulanık küme teorisi en elverişli araçlardan birisidir (Kumar vd., [55]).

4.3 Klasik ve Bulanık Kümeler

Klasik kümelerde; bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Bu nedenle o elemanın hangi kümenin elemanı olduğuna karar vermek net ve kesindir. Klasik küme teorisinde bir elemanın bir kümede aynı anda hem olması hem de olmamasına izin verilmez (Chen ve Pham, [82]).

Bir zarın atılmasında gelebilecek değerlerin kümesi:

$X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ dir.

Sonuç kümesi, bu küme elemanları dışında bir değer alamaz. Zarı tekrar tekrar attığımızda gelecek olan değerler arasında keskin geçiş ve aniden değişen üyelik dereceleri vardır.

Bulanık kümelerde; bir eleman o kümeye kısmen ait olabilmeye izin vermektedir. Diğer bir deyişle, bir eleman A kümesinin elemanı iken aynı zamanda B kümesinin de elemanı olabilmektedir. Küme elemanları arasındaki geçiş, klasik kümelerin aksine yumuşak ve sürekli bir yapıya sahiptir. Bu geçişte belirsizlik, deneyim, sezgiler vb rol oynamaktadır.

Bulanık kümeler ilk kez Azeri asıllı bilim adamı Zadeh (1965) tarafından ortaya konmuştur (Zadeh, [83]). Bulanık küme teorisi, bulanık mantık sisteminden yola çıkılarak tanımlanmıştır. Klasik kümelerde x elemanı A kümesinde öge iken, aynı zamanda B kümesinde de öge olamaz. Ancak bulanık kümelerde bu mümkündür. X elemanı aynı zamanda hem A, hem de B kümesine üye olabilmektedir. Burada önemli olan X elemanının A ve B kümelerindeki aitlik seviyesidir. Bu bağlamda üyelik dereceleri ortaya çıkmaktadır.

4.4 Üyelik Dereceleri ve Üyelik Fonksiyonu

Üyelik derecesi, bir elemanın ait olduğu kümeye ne kadar bağlı olduğunu gösteren değerdir. Diğer bir deyişle, elemanın bağlılık derecesini ifade eder. Klasik kümelerde üyelik dereceleri 1 veya 0 'dır. Çünkü klasik kümelerde daha önce de belirtildiği gibi eleman o kümeye ya aittir (üyelik derecesi:1), ya da değildir (üyelik derecesi:0).

Bulanık kümesi, [0,1] kapalı aralığında tanımlanan karakteristik bir fonksiyon ile ifade edilmektedir. Söz konusu fonksiyona, üyelik fonksiyonu adı verilmektedir (Şen, [106]).

$$\mu_{\tilde{A}} : E \rightarrow [0, 1]$$

\tilde{A} bulanık kümesinin elemanı olan x 'in üyeliğinin derecesi $\mu_{\tilde{A}(x)}$, x elemanının \tilde{A} bulanık kümesine hangi derecede üye olduğunun göstergesidir.

Klasik kümelerde üyelik fonksiyonları;

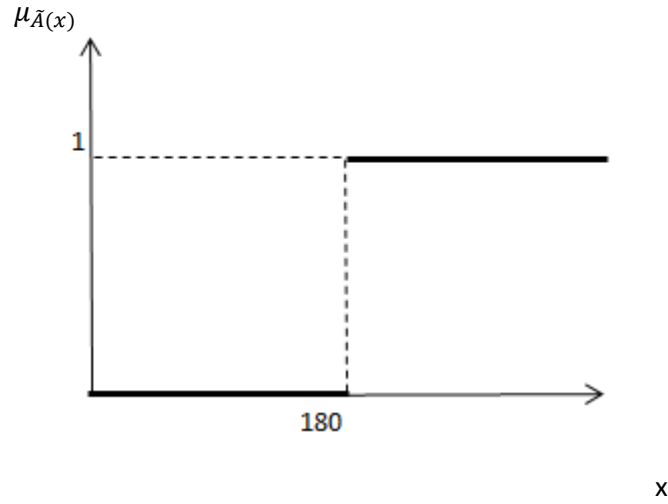
$$\mu_{\tilde{A}} = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in S \\ 0, & \text{if } x \in \text{değil } S \end{cases} \quad (4.1)$$

x elemanının S kümesi için üyelik fonksiyonudur (Chan ve Pham, [82]).

Örneğin klasik küme anlayışında uzun boylular kümesi (A), boyu 180 cm ve uzun olan insanlar olarak tanımlanmış olsun,

$$\mu_{\tilde{A}(x)} = \begin{cases} 1, & \text{if } x > 180\text{cm} \\ 0, & \text{dd} \end{cases} \quad (4.2)$$

Şekil 4.1' deki grafikte görüldüğü gibi, 181 cm olan kişi uzun, 213cm olan başka bir kişi için de uzun tanımlaması yapılabilmekte ve üyelik dereceleri aynı ve 1'dir.



Şekil 4.1 A kümesinin üyelik fonksiyonu grafiği

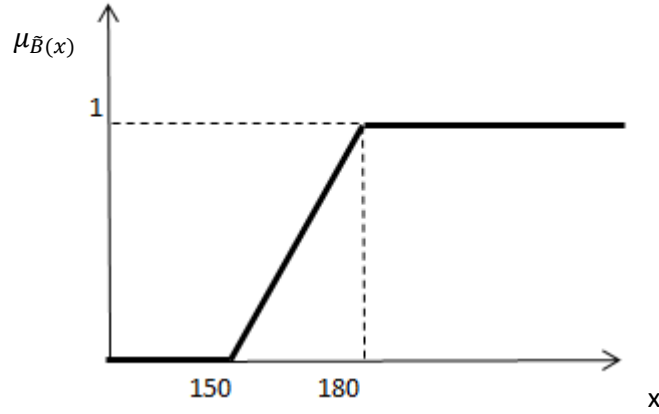
Halbuki, bulanık küme anlayışına göre uzun boylular kümesinin elemanları için karakteristik fonksiyonu eşitlik (4.3)'de belirtildiği gibi tanımlanabilir.

$$\mu_{\tilde{B}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{30}, & 150 < x < 180 \\ 1, & x \geq 180 \end{cases} \quad (4.3)$$

Yukarıda açıklamalardan da anlaşılacağı gibi bulanık mantık yaklaşımının temelinde üyelik fonksiyonları bulunmakta ve tüm işlemler bu fonksiyonları kullanarak yapılmaktadır. Bulanık kümelerde bir fonksiyonun üyelik fonksiyonu olabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekir:

1. $(-\infty, a]$ aralığında, $\mu_{B(x)} = 0$
2. $[a,b]$ aralığında monoton olarak artan
3. $[b,c]$ aralığında $(\mu_{\tilde{B}(x)} = 1)$
4. $[c,d]$ aralığında monoton olarak azalan

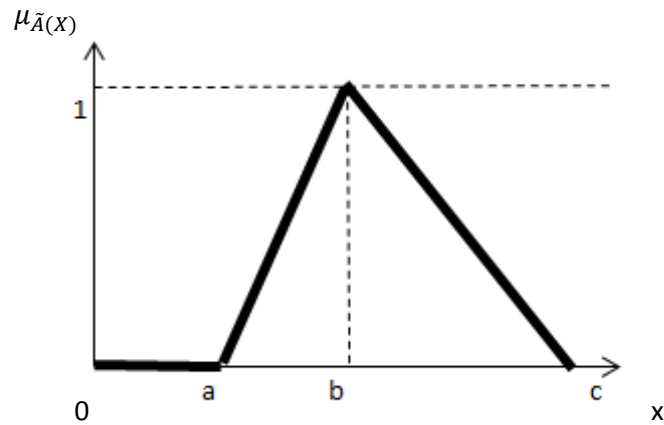
5. $[d, \infty)$ aralığında $\mu_{\tilde{B}(x)} = 0$



Şekil 4.2 B kümesinin üyelik fonksiyonu grafiği

Herhangi bir üyelik fonksiyonunda a ve $b \rightarrow -\infty$ veya $a=b$ veya $b=c$ veya $c=d$ veya c ve $d \rightarrow \infty$ olabilir (Şen, [106]). Yukarıdaki şartları sağlayan herhangi bir fonksiyon, üyelik fonksiyonu olarak kullanılabilir, ancak uygulamada belirsizlikleri modellemedeki uygunluklarından ve basitliklerinden dolayı üçgen ($b=c$) ve yamuk üyelik fonksiyonları daha çok tercih edilmektedir. Üyelik fonksiyonlarının simetrik olması gerekmemektedir. En sık kullanılmakta olan üyelik fonksiyonları üçgen ve yamuk modelleridir.

Üçgen bulanık üyelik fonksiyonu: Dayanağı x ile gösterildiğinde kendisini tanımlayan 3 değer vardır. Bunlar a , b ve c değerleridir.



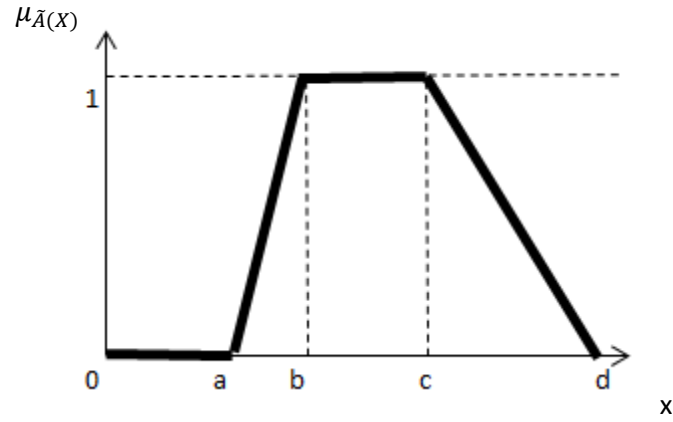
Şekil 4.3 Üçgen üyelik fonksiyonu grafiği

Üçgen üyelik fonksiyonu eşitlik (4.4)'e göre formülize edilmektedir;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{x-c}{b-c}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (4.4)$$

a ve c değerleri, dayanağın değişim aralığını, b ise bulanık kümenin üyelik derecesinin 1'e eşit olduğu değeri simgelemektedir.

Yamuk bulanık üyelik fonksiyonu: Dayanağı x ile gösterildiğinde kendisini tanımlayan 4 değer vardır. Bunlar a , b , c ve d değerleridir.



Şekil 4.4 Yamuk üyelik fonksiyonu grafiği

Yamuk üyelik fonksiyonu eşitlik (4.5)'e göre formülize edilmektedir;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (4.5)$$

4.5 Kelimeler ile Hesaplama (Computing With Words)

Günümüzde, bulanık ve sayısallaştırılmayan problemlerin ortaya çıktığı durumlar sıklıkla söz konusu olabilmektedir. Bu kesin olmayan bulanık verilerin gösterimi için sayısal modeller bazı durumlarda yeterli kalamayabilmektedir. Bilginin bulanık olduğu bu durumlarda kesin ifadelerin sağlanması zorlaşmaktadır. Uzmanlar, bu tip problemler ile karşı karşıya kaldıklarında genellikle dilsel tanımlayıcıları kullanmaktadırlar. Bu bağlamda, kesinliğin olmadığı verilerin yer aldığı bu tip problemlerde dilsel modelleme kullanımı mantıklı görünmektedir ve birçok farklı alanda da başarılı sonuçlar alınmaktadır. Örnek olarak durum analizi, karar modelleri, risk değerlendirmesi, mühendislik değerlendirilmesi, duyumsal değerlendirme vb alanlar verilebilir. Bu alınan başarılı sonuçların arkasında, Şekil 4.5'te görülen kelimeler ile hesaplama prosesi (CW) yer almaktadır.



Şekil 4.5 Kelimeler ile hesaplama planı

Bulanık dilsel yaklaşım, kalitatif (nitel) durumları karşımıza çıkarmaktadır. Bunlar da dilsel değişkenler olarak ifade etmekte olduğumuz dilsel değerlerdir (Zadeh, [84]). Dilsel değişkenler kapsamı, çok kompleks ve çok iyi tanımlanmamış, kalitatif

ifadeler için kullanıma uygun ve elverişlidir. Bulanık dilsel yaklaşımda, bu dilsel değişkenler dilsel değerlerin doğal dile dönüştürülmesinde kullanılır.

Her ne kadar CW için bazı modeller olasılık mantığına dayansa da, bu belirsizlik modellerinde dilsel tanımlayıcılarının yapısı ile alakalı olarak genellikle belirsizlik söz konusudur. Sonuç olarak, kullanılan diğer araçlarda olduğu gibi (bulanık mantık gibi), bulanık dilsel yaklaşımda da CW için birçok farklı hesaplama yöntemi sunulmaktadır. Bunlar;

1. Üyelik fonksiyonlarına dayalı dilsel hesaplama modeli: Bulanık dilsel yaklaşıma dayanır ve dilsel setlerdeki üyelik fonksiyonlarını yayılma prensibi kullanarak kelimeler ile hesaplama yapar.
2. Ordinal skalalara dayalı dilsel sembolik hesaplama modeli: Bulanık dilsel yaklaşıma göre gösterim yapar ve tanımlanmış dilsel skalalardaki sembolik atamaların yapılması için tanımlanmış dilsel set yapıları kullanılır. Bu model karar verme sürecinde sıkça tercih edilen ve kullanılan bir modeldir. Nedeni kolay adaptasyon yeteneği ve karar vericiler için sade, basit bir yapıda olmasıdır.
3. 2-Tuple dilsel hesaplama modeli: Bu sembolik model bulanık dilsel yaklaşım gösteriminde bazı indekslerin de yer almasıyla geliştirilmiş, genişletilmiş bir modeldir. Basit dilsel gösterime eklenen bu parametre dilsel hesaplamalarda doğruluğun daha da arttırılması, kesin sonuca daha da yaklaşılmasını sağlamaktadır.

CW konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, 2 tuple dilsel gösterim modelinin hızla gelişmekte ve uygulanmakta olduğu görülmektedir. Birçok farklı problemde model olarak uygulanabiliyor olması ve diğer modellere göre daha titiz olan tutumu bu modeli tercih sebebi yapmaktadır.

4.6 2 Tuple Dilsel Gösterim

Dilsel hesaplama modelleri, üyelik fonksiyonlarına ve ordinal skalalara dayanmaktadır. CW planında belirtilen tekrar dönüşüm kısmında bilgilerin eksik olarak üretilebilmesinden ötürü, bu modeller kesinliğin sağlanmasındaki titizliklerinde değişiklik gösterebilmektedirler. Bu bağlamda, 2 tuple dilsel model bu titizliğin arttırılmasını amaçlamakta ve CW süreçlerinde sürekli bir şekilde dilsel alanının değerlendirilmesini sağlamaktadır.

2 Tuple dilsel yaklaşımda, yeni bir parametre eklenerek daha genişletilmiş bir bulanık dilsel yaklaşım ortaya çıkmaktadır. Bu parametre “sembolik dönüşüm parametresi” olarak adlandırılmaktadır.

2 tuple dilsel yaklaşım bir çift değer gösterimi ile ifade edilmektedir.

Bu gösterim , $L = (s, \alpha)$ şeklinde olup;

s, dilsel etiket

α , sembolik değişim parametresi

olarak tanımlanmaktadır.

Dilsel etiket: (S)

Dilsel sette dilsel etiket bir kere tanımlanan ve atanmış olan dilsel seviyeler ile ifade edilen bir kavramdır.

g + 1 seviye içeren dilsel set gösterimi;

$$\left(S_{g+1} = (s_0, s_1, \dots, s_i, \dots, s_g) \right) \quad (4.6)$$

şeklindedir.

Dilsel set gösteriminde 7 ve daha üstü dilsel seviye rahatlıkla kullanılabilir (Miller,[93]). Herhangi bir S dilsel etiketi $s_i = (a_i, b_i, c_i)$ şeklinde gösteriliyor olup, Eşitlik (4.7)'de belirtildiği şekilde tanımlanabilmektedir.

$$\begin{cases} a_0 = 0; \\ a_i = \frac{i-1}{g}, 1 \leq i \leq g; \\ b_i = \frac{i}{g}, 0 \leq i \leq g; \\ c_i = \frac{i+1}{g}, 0 \leq i \leq g-1; \\ c_g = 1. \end{cases} \quad (4.7)$$

Baz alınması gereken dilsel seviyeler için s_i dilsel etiketlerin alacağı a_i , b_i ve c_i değerleri değişiklik gösterecektir ve eşitlik (4.7)'ye göre hesaplanacaktır. Örneğin:

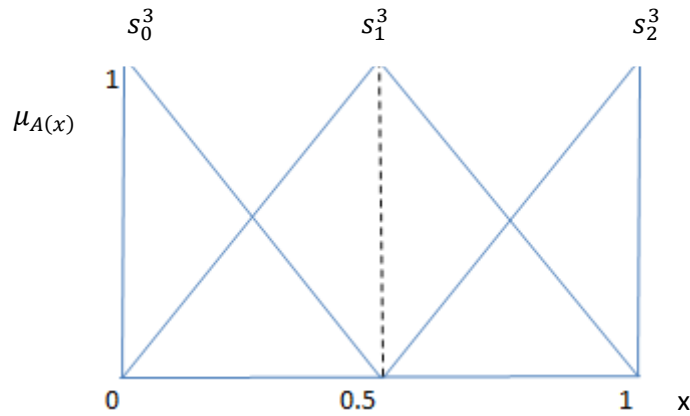
3 seviyeli dilsel set;

$s_3 = (s_0, s_1, s_2)$ şeklinde gösterilir.

$s_0 = (a_0, b_0, c_0)$, $s_1 = (a_1, b_1, c_1)$, $s_2 = (a_2, b_2, c_2)$ değerleri eşitlik (4.7)'ye göre hesaplandığında;

$s_3 = ((0,0,0.5), (0,0.5,1), (0.5,1,1))$ elde edilmektedir.

Buna göre 3 seviyeli dilsel set için grafik Şekil 4.6'ya göre şekillenecektir.



Şekil 4.6 3 seviyeli dilsel set grafiği

5 seviyeli dilsel set ;

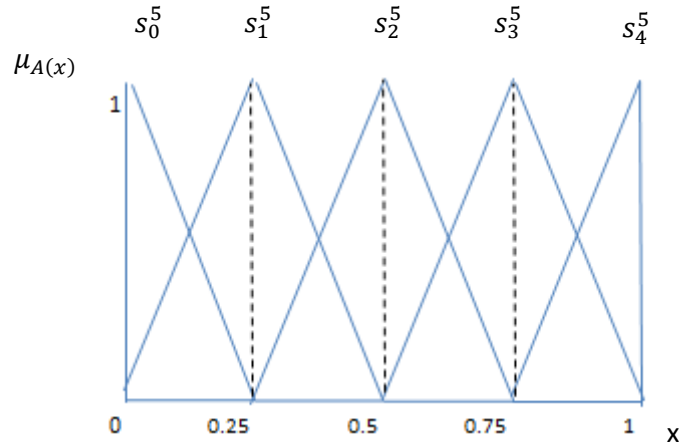
$s_5 = (s_0, s_1, s_2, s_3, s_4)$ şeklinde gösterilir.

$s_0 = (a_0, b_0, c_0)$, $s_1 = (a_1, b_1, c_1)$, $s_2 = (a_2, b_2, c_2)$, $s_3 = (a_3, b_3, c_3)$, $s_4 = (a_4, b_4, c_4)$ değerleri eşitlik (4.7)'ye göre hesaplandığında;

$s_5 = ((0,0,0.25), (0,0.25,0.5), (0.25,0.5,0.75), (0.5,0.75,1), (0.75,1,1))$

elde edilmektedir.

Buna göre 5 seviyeli dilsel set için grafik Şekil 4.7'te belirtildiği gibi şekillenecektir.



Şekil 4.7 5 seviyeli dilsel set grafiği

Sembolik dönüşüm parametresi: (α)

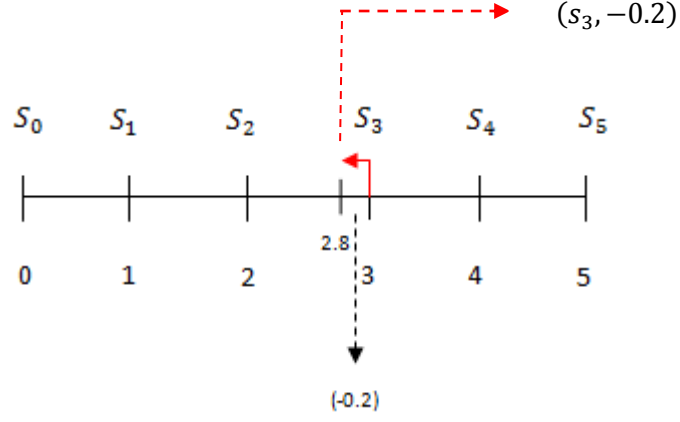
Dilsel sette sembolik dönüşüm parametresi, $[-0.5, 0.5)$ değer aralığında yer alan ve ana dilsel sınıflardan ne kadar sapma olacağını gösteren sayısal değerdir.

$$L = (s_i, \alpha_i), s_i \in S, \alpha_i \in [-0.5, 0.5) \quad (4.8)$$

Örneğin, S dilsel etiketi 6 dilsel seviye ile ifade edilecek olsun,

$$s_6 = (s_0, s_1, s_2, s_3, s_4, s_5)$$

$(s_3, -0.2)$ çifti için gösterim;



Şekil 4.8 6 seviyeli dilsel sette örnek α gösterimi

şeklinde olacaktır.

4.6.1 2 Tuple dilsel yaklaşımı için kullanılan tanımlar ve eşitsizlikler

1. Dilsel set olarak tanımlanan $S = (s_0, \dots, s_g)$ kümesinde $\beta \in [0, g]$ olmak üzere β sembolik yığın operasyonunun sonucunu destekleyen değer olarak tanımlanmaktadır.

$i = \text{round}(\beta)$ olmak ile beraber;

$\alpha = \beta - i$, eşitliği geçerlidir.

$i \in [0, g]$

$\alpha \in [-0.5, 0.5)$

Bu eşitlikler ışığında, her biri kendisine ait olan fonksiyon değerleri hesaplanır.

$\Delta: [0, g] \rightarrow S_{g+1} \times [-0.5, 0.5)$

$$\Delta(\beta) = \begin{cases} s_i, i = \text{round}(\beta) \\ \alpha = \beta - i, \alpha \in [-0.5, 0.5) \end{cases} \quad (4.9)$$

Burada round, yuvarlama operasyonunu gerçekleştirmektedir ve s_i , β 'ya en yakın üs değeri almaktadır (Herrera, [85]).

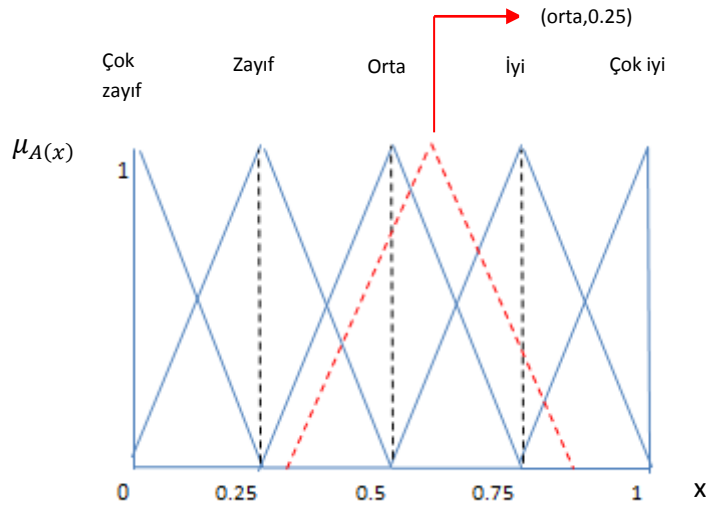
Örneğin, S dilsel etiketi 5 dilsel seviye ile ifade edilecek olup

$$s_5 = (s_0, s_1, s_2, s_3, s_4)$$

$s_5 = (\text{çok zayıf}, \text{zayıf}, \text{orta}, \text{iyi}, \text{çok iyi})$ sözel şekilde ifade edilsin.

Dilsel setinde sembolik yığın operasyon sonucunun değeri $\beta=2.25$ değeri için;

2 Tuple bu β değerinin karşılığını (orta,0.25) olarak göstermektedir.



Şekil 4.9 5 seviyeli dilsel sette örnek 2 Tuple değeri grafiği

2. $S_{g+1} = (s_0, \dots, s_g)$ dilsel setinde (s_i, α_i) 2 tuple değerleri olmak üzere;

(s_i, α_i) 'a göre Δ^{-1} fonksiyonu β değerine karşılık gelmektedir (Herrera, [85]).

$$\Delta^{-1}: S_{g+1} \times [-0.5, 0.5) \rightarrow [0, g]$$

$$\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) = i + \alpha = \beta \quad (4.10)$$

3. 2 tuple karşılaştırılmasında aşağıda belirtilen kurallar geçerlidir (Herrera, [85]);

(s_m, α_m) ve (s_n, α_n) iki adet 2 tuple değeri olsun;

Eğer $m < n$ ise , $(s_m, \alpha_m) < (s_n, \alpha_n)$

Eğer $m = n$ ise,

1. Eğer $\alpha_m = \alpha_n$ ise $(s_m, \alpha_m) \square (s_n, \alpha_n)$
 2. Eğer $\alpha_m < \alpha_n$ ise $(s_m, \alpha_m) < (s_n, \alpha_n)$
 3. Eğer $\alpha_m > \alpha_n$ ise $(s_m, \alpha_m) > (s_n, \alpha_n)$
- (4.11)

4. Olumsuzlama durumu söz konusu olduğunda 2 tuple eşitlik (4.12)'ye göre hesaplanmaktadır.

$$Neg(s_i, \alpha_i) = \Delta \left(g - (\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i)) \right) \quad (4.12)$$

5. S_{g+1} dilsel setine sahip 2 tuple değerleri;

$x = \{(r_1, a_1), (r_2, a_2), \dots, (r_n, a_n)\}$ setinden oluşmuş olsun. Burada 2 tuple aritmetik ortalama eşitlik (4.13)'e göre hesaplanmaktadır (Herrera, Martinez, [86], [87]).

$$\bar{x} = (\bar{r}, \bar{a}) = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta^{-1}(r_j, a_j) \right) \quad , \bar{r} \in S_{g+1} \quad , \bar{a} \in [-0.5, 0.5] \quad (4.13)$$

6. İki adet 2 tuple seti $L_m = (s_m, \alpha_m)$ ve $L_n = (s_n, \alpha_n)$ den oluşmuş olsun, burada L_m ve L_n arasındaki uzaklık eşitlik (4.14)'e göre hesaplanmaktadır (Herrera, Martinez, [86], [87]).

$$d(L_m, L_n) = \Delta |\Delta^{-1}(s_m, \alpha_m) - \Delta^{-1}(s_n, \alpha_n)| \quad (4.14)$$

7. S_{g+1} dilsel setine sahip 2 tuple değerleri;

$x = \{(r_1, a_1), (r_2, a_2), \dots, (r_n, a_n)\}$ setinden oluşmuş olsun. Burada 2 tuple geometrik ortalama eşitlik (4.15)'e göre hesaplanmaktadır (Herrera, Martinez, [86], [87]).

$$\prod_{j=1}^n (r_j, \alpha_j) = \Delta \left(\left(\prod_{j=1}^n \Delta^{-1}(r_j, \alpha_j) \right)^{\frac{1}{n}} \right) \quad (4.15)$$

8. I gerçekte sayı, sayı aralığı, üçgensel bulanık sayı olmak koşuluyla, $S_{g+1} = (s_0, s_1, \dots, s_g)$ dilsel set olmak üzere; I 2 tuple dilsel set içerisinde dönüşümü eşitlik (4.16)'ya göre yapılabilmektedir (Liu, [88]).

$$\tau: [0,1] \rightarrow F(S_{g+1})$$

$$\tau(I) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0,1 \dots g]\}$$

$$\alpha_i = \max_y \min\{\mu_I(y), \mu_{s_i}(y)\} \quad (4.16)$$

Burada $\mu_I(y)$ ve $\mu_{s_i}(y)$ sırasıyla I ve s_i birleşik üyelik fonksiyonlarıdır.

9. $\tau(I) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0,1 \dots g]\}$ I için 2 tuple dilsel değerinin 2 tuple içerisinde dönüşürülmesi şu şekilde yapılmaktadır;

$$X: F(S_{g+1}) \rightarrow [0, g]$$

$$X(\tau(I)) = X(F(S_{g+1})) = X[(s_i, \alpha_i) | i \in [0,1, \dots, g]] = \sum_{i=0}^g i \alpha_i / \sum_{i=0}^g \alpha_i = \beta \quad (4.17)$$

Çalışmada, bulanık olarak alınacak verilerin dilsel ifadesi için 2 tuple dilset set kullanılacaktır. Doğruluğunun daha fazla oluşu ve daha titiz bir çevrim yapabilmesi özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir.

Bölüm 3.5'te de belirtildiği üzere uygulamada ÇÖKV yöntemlerinden MULTIMOORA yöntemi kullanılacaktır.

Bu bağlamda 2 Tuple dilsel dönüşüm seti ve MULTIMOORA yaklaşımlarının bir arada kullanıldığı kavram olan 2-Tuple MULTIMOORA ile ilgili detaylı bilgiler verilecektir.

4.7 2 Tuple MULTIMOORA

Yeni bir metot olan 2-Tuple MULTIMOORA yaklaşımı, aşağıda belirtilmekte olan veri setlerinin hepsinin bir arada kullanılmasını desteklemektedir.

- 1) gerçək sayılar,
- 2) sayı aralıkları
- 3) bulanık sayılar ve dilsel değişkenler

2-Tuple MULTIMOORA metodu için akış aşağıda belirtildiği şekildedir.

Veri paketlerinin tanımlanması (Balezentis, [101]);

$A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ alternatif küme seti olarak, $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ kriter küme seti olarak tanımlansın.

$J_1 \subset C$ ve $J_2 \subset C$ sırasıyla yarar ve maliyet kriterlerinde alt küme olarak tanımlansın.

$i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere, i .alternatifin j .kriterdeki değeri x_{ij} olarak tanımlanır.

$$x_{ij} | j = 1, 2, \dots, r_1, \text{ gerçək sayı} \quad (4.18)$$

$$x_{ij} = [x_{ij}^a, x_{ij}^d] | j = r_1 + 1, r_1 + 2, \dots, r_2, \text{ sayı aralığı} \quad (4.19)$$

$$x_{ij} = (x_{ij}^a, x_{ij}^b, x_{ij}^g) | j = r_2 + 1, r_2 + 2, \dots, r_3, \text{ üçgensel sayı aralığı} \quad (4.20)$$

$$x_{ij} = s_{ij} \in S_{g+1} | j = r_3 + 1, r_3 + 2, \dots, r_4, \text{ dilsel değişkenler} \quad (4.21)$$

olarak ifade edilmektedir.

İlk olarak ölçüsüzlüğün sağlanması ve birbirleriyle karşılaştırılabilir seviyeye getirilebilmesi için verilen x_{ij} değerlerinin normalize edilmesi gerekmektedir. MULTIMOORA yönteminde vektörel normalizasyon kullanılmaktadır ve 2 Tuple MULTIMOORA'da her bir veri setinin tipine göre normalizasyon fonksiyonu değişecektir. Aşağıda belirtildiği şekilde her bir veri seti için normalizasyon değerleri hesaplanmaktadır (Liu vd., [89]).

Gerçek sayılar için;

Eşitlik (3.5)'e göre normalizasyon değerleri hesaplanır.

Sayı aralığı seti için eşitlik (4.22)'den yararlanılır.

$$b_{ij} = [b_{ij}^a, b_{ij}^d] = \begin{cases} b_{ij}^a = x_{ij}^a / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^d)^2]} \\ b_{ij}^d = x_{ij}^d / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^d)^2]} \end{cases}, \forall j \in [r_1 + 1, r_1 + 2, \dots, r_2] \quad (4.22)$$

Üçgensel veri seti için eşitlik (4.23)'den yararlanılır.

$$b_{ij} = (b_{ij}^a, b_{ij}^b, b_{ij}^d) = \begin{cases} b_{ij}^a = x_{ij}^a / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^d)^2]} \\ b_{ij}^b = x_{ij}^b / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^d)^2]} \\ b_{ij}^d = x_{ij}^d / \sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^d)^2]} \end{cases}, \forall j \in [r_1 + 1, r_2 + 1, \dots, r_3] \quad (4.23)$$

Dilsel değişkenler ($s_i = (a_i, b_i, c_i)$), 2 tuple dilsel gösterimde belirtildiği şekilde eşitlik (4.7)'ye göre hesaplanır.

Modelin en başında sayısal olarak ifade edilemeyen ve 2 Tuple dilsel dönüşüm ile ifade edilecek olan her bir kriter için kaçınıcı seviyede dilsel veri seti ile ifade edilecek bunun kararının verilmesi gerekmektedir. Genelde karar vericinin mevcut kriterdeki aldığı değerlerin yapısına göre bu karar verilir. Hangi seviyede dilsel set ile çalışılacak ise, bu bağlamda yukarıda belirtilmiş olan eşitsizlik kullanılarak her bir dilsel seviyenin alacağı a_i , b_i ve c_i değerleri hesaplanır.

Dilsel değişkenler için normalizasyon işleminin yapılmasına gerek yoktur. Bunun nedeni dilsel değişkenlere ait bir ölçüm birimi almaması ve boyutsuz olmalarıdır.

Veri setlerinin belirtilmesinin ardından akış şu şekilde devam etmektedir;

1. Öncelikli olarak, modelde dikkate alınacak olan dilsel seviye seti seçilmelidir. Genellikle, modelde uygulanmış olan dilsel seviye setlerinden maksimum tanecik miktarı olan baz alınmaktadır. Örneğin, belirlenen iki kriterden biri 3 seviyeli ve diğeri ise 5 seviyeli dilsel set olarak tanımlanmış olsun.

$$s_3 = ((0,0,0.5), (0,0.5,1), (0.5,1,1))$$

$$s_5 = ((0,0,0.25), (0,0.25,0.5), (0.25,0.5,0.75), (0.5,0.75,1), (0.75,1,1))$$

Burada 2 tuple uygulamasında 5 seviyeli set baz olarak alınacaktır ve ileriki bölümlerde belirtileceği gibi diğer seviyelerdeki 2 tuple değerleri de 5 seviyeli forma dönüştürülecektir.

2. Normalize edilmiş olan her b_{ij} değeri 2 tuple a çevrilir (Balezentis, [101]).

$$t_{ij} = (s_k, \alpha)_{ij}, \quad s_k \in S_T, \alpha \in [-0.5, 0.5]$$

$$t_{ij} = \Delta \left(X \left(\tau_{s_{g+1}S_T}(b_{ij}) \right) \right) = (s_k, \alpha_k), \quad \forall i, j \quad (4.24)$$

3. b_{ij} değerlerinin 2 tuple dönüşümünün yapılmasının ardından, kriterler istenen amaç tipine göre incelenir ve olumsuzlama durumu söz konusu olan kriterlerde

2 tuple değerleri kullanılan tanımlar ve eşitsizlikler başlığı altında tanımlanmış olan eşitlik (4.12)'ye göre hesaplanır.

4. Olumlama ve olumsuzlama tipine göre tüm kriterlerin alternatif değerleri için 2 tuple dönüşümü eşitlik (4.25)'e göre tamamlanır (Balezentis, [101]).

$$u_{ij} = \begin{cases} t_{ij}, & \forall j \in J_1 \\ Neg(t_{ij}), & \forall j \in J_2 \end{cases} \quad (4.25)$$

Böylelikle X_{ij} değerlerinde oluşan karar matrisindeki tüm değerler aynı forma dönüştürülmüştür. Tüm değerler maksimum amaç fonksiyonuna sahiptir ve baz alınan dilsel seviyeye göre 2 tuple şekli ile ifade edilmiştir.

Aynı forma sahip olan bu değerler için artık aralarında bir sıralama ve seçim yapmak mümkün hale gelmiştir.

5. 2 Tuple MULTIMOORA oran Sistemi uygulaması:

Oran sisteminde basit olarak değerlerin toplanması yerine, aritmetik ortalama hesaplanmaktadır.

2 tuple dilsel gösterimi bölümünde yukarıda da belirtildiği üzere, eşitlik (4.13)'e göre hesaplanmaktadır.

Bu eşitlikte

$t_{ij} = (s_k, \alpha)_{ij}$ ifadesi 2 tuple için kullanıldığında (Balezentis, [101]);

i : kriter, j : alternatif olmak üzere;

$$y_i = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta^{-1}(s_k, \alpha)_{ij} \right), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4.26)$$

eşitliği ile tüm alternatifler için y_i değeri hesaplanmaktadır ve büyükten küçüğe bu değerler sıralanmaktadır. Sonuç olarak, yüksek değere sahip olan alternatif yüksek derecede sıraya sahiptir yorumu yapılmaktadır ve buna göre sıralama yapılır.

6. 2 Tuple MULTIMOORA Referans noktası uygulaması:

Öncelikli olarak tanımlı alternatifin, tüm kriterlerde aldığı değerler arasından $max u_{ij}$ değerleri aşağıda verilen koşullar ışığında belirlenir.

Bu koşullar 2 tuple dilsel gösterim bölümünde belirtildiği üzere iki 2 tuple değerini karşılaştırılması eşitlik (4.11)'e göre yapılır.

Böylece $max u_{ij}$ değeri her bir kriter için referans değeri olarak elde edilmiş olmaktadır.

Sıralamanın yapılabilmesi için eşitlik (4.27)'de belirtilen Min-max metric of tchebycheff uygulamasından yararlanır.

$$\min_i \left(\max_j d(u_{ij}, \max_i u_{ij}) \right), \forall i, j \quad (4.27)$$

Burada, u_{ij} ve $\max_i u_{ij}$ değerleri arasındaki mesafe (d fonksiyonu) eşitlik (4.14)'e göre hesaplanmaktadır. Böylece her bir alternatifin her bir kriterde aldığı değer ile, o kriterin referans değeri arasındaki fark bulunmaktadır. Bu farkın minimum olması tercih edilmektedir.

Min-max metric of tchebycheff uygulanmasının ardından her bir alternatif için bulunan 2 tuple değerlerinden minimum olan değerden başlayarak maksimum değere doğru sıralama dereceleri verilir.

7. 2 Tuple MULTIMOORA Tam çarpım form uygulaması:

Tanımlı alternatifin tüm kriterlerdeki değerlerinin geometrik ortalamaları eşitlik (4.28)'e göre hesaplanır.

$$U_i = \Delta \left(\left(\prod_{j=1}^n \Delta^{-1}(u_{ij}) \right)^{\frac{1}{n}} \right), i = 1, 2, \dots, m \quad (4.28)$$

Her bir alternatif için hesaplanan U_i değerlerinden en yüksekten en düşüğe doğru sıralama dereceleri verilir.

5. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KRİTERLER İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

5.1 İşletme Hakkında Bilgi

Uygulamanın yapılacağı işletme, Ankara sınırları içerisinde savunma sanayi sektöründe faaliyet göstermekte olan kurumsal bir firmadır.

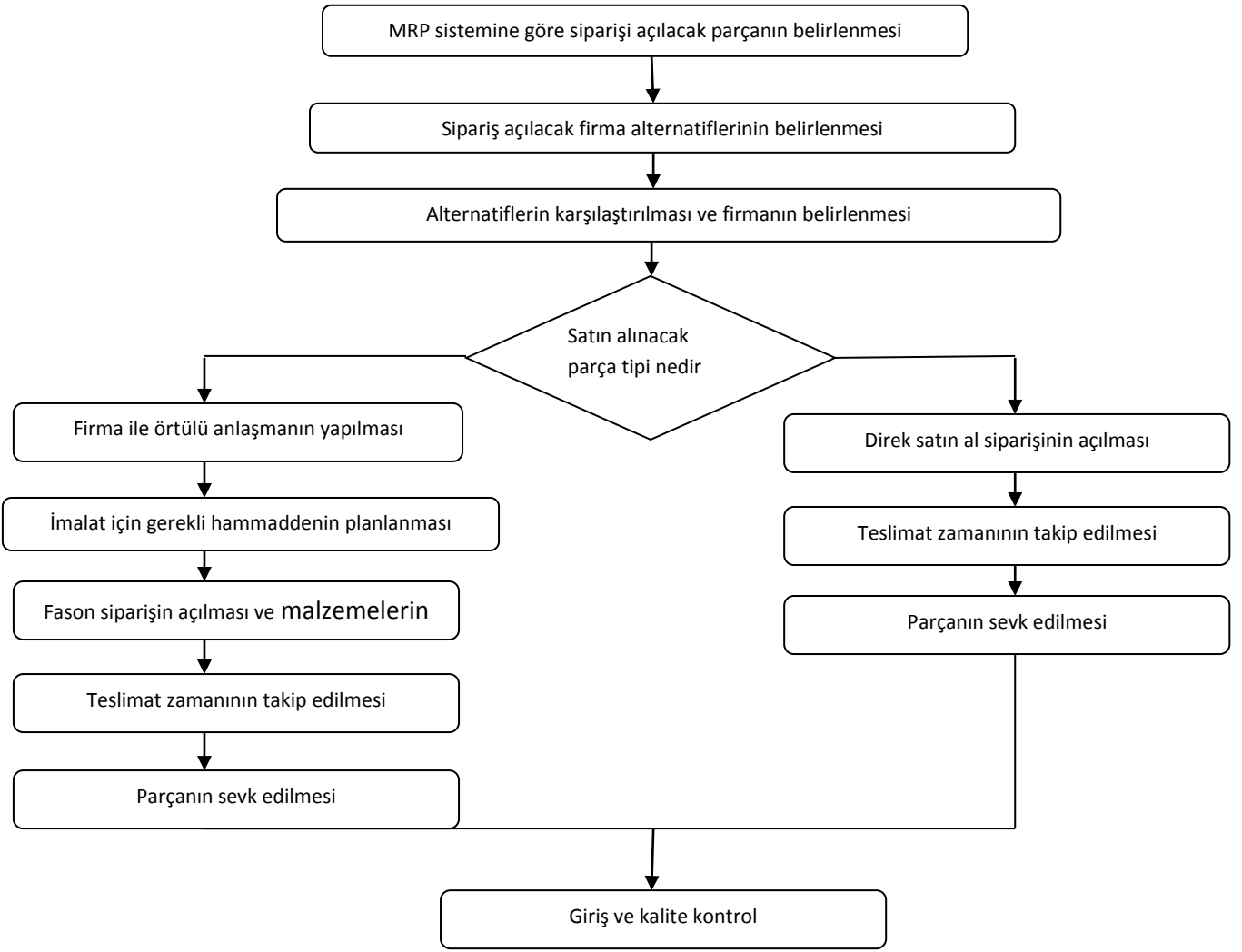
İşletme proje bazlı çalışmakta olup, her proje için üretilecek nihai ürünlerin; tipleri, adetleri ve teslimat zamanları proje kapsamında belirlenmiştir ve sabittir. Her bir proje kapsamında üretilecek nihai ürünlerin planlaması MPS mantığı ile işletilmekte ve takip edilmektedir. Her tip ürün için ürün ağaçları, bu ürünlerin imalat/nakliye zamanları en alt seviye parça bazında belirlidir.

Firmanın bünyesinde üretimi yapılan nihai ürünlerin alt parçaları proje başında yap/satın al kararları doğrultusunda belirlenmekte olup, dışarıdan tedarik edilecek olan kalemler yerli ve yabancı piyasadan sağlanabilmektedir. Bu doğrultuda Satın Alma Bölümü, MRP sistemine göre satın alınacak parçalar için ilgili aksiyonları almaktadır.

Yap/satın al kararı sonucuna göre satın al kararı alınan parçalar “ fason imalat” ve “direk satın al” olarak iki ana başlıkta sınıflandırılmaktadır. Bunlar;

*Direk satın al; Bu parçaların üretimi için tedarikçiler ile hem malzeme hem de işçilik anlaşması yapılmaktadır. Anahtar teslim denebilecek bir satın alma şeklidir. İlgili tedarikçiler, istenilen tarihte istenilen miktarda ürün için öncelikli olarak hammaddesini tedarik etmekte, ardından işlemekte ve teslim etmektedirler.

*Fason imalat; Üretilecek ürünlerin gerekli hammaddelerinin işletme tarafından karşılandığı, tedarikçiye yalnızca işçilik maliyeti ödendiği ürün grubudur. Bu fason parçaların üretimleri için gerekli olan ve işletme tarafından verilecek olan hammaddeler, her proje başında planlanarak işletme tarafından önceden tedarik edilmekte ve kendi bünyesinde stoklanmaktadır.



Şekil 5.1 İşletmeye ait satın alma süreci akışı

Kullanılan MRP sistemine göre, her proje içerisinde üretilecek olan fason parçalar, bu parçaların ihtiyaç tarihleri dağılımı, her tarihteki ihtiyaç adetleri belirlenmektedir. Fason parçaların ihtiyaç zaman ve adetleri dikkate alınarak öncelikli olarak tedarikçiler ile 1 senelik bir fiyat anlaşması (örtülü anlaşma) yapılır. Yalnızca işçilik maliyetinin yer aldığı bu sözleşmede, firmaya 1 sene içerisinde ilgili parçaların ilgili adetlerinde üretimi için hammadde gönderileceği, üretimin yapılarak tedarik edileceği anlaşması yapılmaktadır.

1 senelik sözleşmenin tedarikçiler ile yapılmasının ardından, MRP sistemine göre bu parçaların verdikleri ihtiyaç tarih ve adetleri dikkate alınarak ürün ağaçlarında

yer alan hammaddeler için kullanım planı yapılmaktadır. Bu kısımda, bir kesim programı kullanılmakta ve hangi hammaddeden ne kadar kullanılacağı, ne kadarı hurda ne kadarı kullanılabilir artan olarak saklanacağı bilgileri elde edilmektedir.

Tedarikçilere gönderilmekte olan hammaddelerin boyutları büyük olup, kesim şemalarında belirtilen kullanılabilir artan malzemeler ilgili tedarikçilerde stoklanmaktadır. Gerekğinde stoklanan bu kullanılabilir artan malzemeler hem firmanın kendi bünyesinde açılacak olan diğer fason iş emirlerinde, hem de başka firmalarda açılacak olan fason iş emirlerinde kullanılabilir.

5.2 Problem Tanımı

İşletmede, her proje için çalışılan fason tedarikçiler değişiklik göstermektedir. Fason tedarikçilerin projeler çerçevesinde belirlenmesi, istenilen kriterlerin içerisinde seçimi ve sıralamasının yapılması şu an için yalnızca Kalite Birimi tarafından hesaplanmakta olan Kalite Puanı ve Satın Alma mühendislerinin deneyim ve bilgileri doğrultusunda aldıkları kararlar ile gerçekleştirilmektedir.

Amaç; ilgili proje kapsamında, projenin aksamaması ve o proje için ayrılan hammaddelerin en verimli şekilde kullanılması amacıyla, satınalmacıların aldıkları kararların da sayısallaştırılıp dikkate alınarak, fason imalat için en uygun tedarikçi seçme metodunun geliştirilmesi ve tedarikçi sıralamasının yapılmasıdır.

5.3 Alternatif Tedarikçilerin Belirlenmesi

Mevcut X projesinde fason imalat için çalışılmakta olan toplam 10 firma yer almaktadır. Bu firmaların belirlenmesinde, firmaların geçmiş benzer proje alt parçalarını üretmiş olması ve verilen proje takvim zamanı içerisindeki doluluk oranları dikkate alınmıştır.

Tablo 5.1 Belirlenmiş olan alternatif tedarikçilerin tablosu

A1	ALTERNATİF FİRMA1
A2	ALTERNATİF FİRMA2
A3	ALTERNATİF FİRMA3
A4	ALTERNATİF FİRMA4
A5	ALTERNATİF FİRMA5
A6	ALTERNATİF FİRMA6
A7	ALTERNATİF FİRMA7
A8	ALTERNATİF FİRMA8
A9	ALTERNATİF FİRMA9
A10	ALTERNATİF FİRMA10

Özetle, belirlenmiş olan bu firmalar ile mevcut X projesinde fason imalat parçalarının üretimin yaptırılması ve zamanında tedarik edilmesi planlanmaktadır.

İşletme hakkında genel bilgi verilirken, yukarıda bahsedildiği üzere; şu anki mevcut tedarikçi seçim sürecinde, her bir firma için verilmiş kalite puanları ve satın alma mühendislerinin deneyimleri dikkate alınmaktadır. Süreçte dikkate alınan, ancak sayısallaştırılmayan ve her satın alma mühendisi için değişebilecek bu kriterlerin belirlenmesi uygulamanın bir sonraki aşamasıdır.

5.4 Kriterlerin Belirlenmesi ve Verilerin Hazırlanması

Tedarikçi seçiminde dikkate alınacak kriterlerin belirlenmesi aşamasında, satın alma bölümünde çalışmakta olan satın alma mühendisleri (32 mühendis) ve yetkililerin görüşleri dikkate alınmıştır.

Aynı zamanda geçmiş projelerde ağırlıklı olarak hangi kriterler dikkate alınmış, sonuçları ne şekilde etkilemiş vb. değerler de göz önünde bulundurulmuştur.

Kriterler ve istenilen min/max parametreleri Tablo 5.2'de belirtildiği şekilde belirlenmiştir.

Tablo 5.2 Belirlenmiş olan kriterler tablosu

KRİTER	KISALTMA	AMAÇ
Referans	REFERANS	MAX
Tasarım yeteneği	TY	MAX
Fiyat revizyonu (artış yönünde) yüzdesi	FRY	MİN
Sipariş iptal yüzdesi	SİY	MİN
Portal kullanımı yüzdesi	PKY	MAX
Hammaddesi hurda yüzdesi	HHY	MİN
Hammaddesi saklama koşulları	HSK	MAX
Sevkiyat şartlarına uyum/paketleme yüzdesi	SŞP	MAX
Coğrafi konum	CK	MİN
Zamanında teslimat yüzdesi	ZTY	MAX
Kalite puanı	KP	MAX

5.4.1 Referans kriteri

Kritik, özel üretim denilen ürün ailesinin üretimi tedarikçi seçimini önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle savunma sektöründe, kendine özel tasarım ürünlerinin üretilmesi için tedarikçilerden bu konularda uzman olmaları beklenmektedir. Bu konuda, ilgili tedarikçilerin ilgili alanda faaliyet gösteriyor olmaları ve bu konuda bu sektörde yer alan firmalara üretim yapıyor olmaları bu nedenle çok önemlidir. Bu bağlamda, savunma sektöründe yer alan ve talaşlı imalat yaptıran firmalar işletme için referans teşkil etmektedir.

Ankara’da faaliyet göstermekte olan ve talaşlı imalat yaptırmakta olan savunma sektörü firmalarının sayısının 13 olduğunu belirtecek olursak, tedarikçilerin bu kriter için alacağı değerlerin;

$$X_i = [0,13], i = 1,2,..10 \quad (5.1)$$

Aralığında olması beklenmektedir.

İşletme tarafından tedarikçinin referans sayısının maksimum olması istenmektedir ve alternatifler tedarikçiler için referans firma sayıları gerçek sayı olup (real number) Tablo 5.3'te belirtilmiştir;

Tablo 5.3 Referans kriteri veri tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	REFERANS
	MAX
A1	7
A2	2
A3	3
A4	8
A5	5
A6	2
A7	6
A8	8
A9	4
A10	3

5.4.2 Tasarım yeteneği kriteri (TY)

Kendi tasarımını yapmakta olan işletmelerde, istenilen tasarıma uygun üretimin yapılması çok önemlidir. Aynı şekilde üretimini taşeron firmanın yapılması istendiği durumlarda da tasarım yeteneği firmalardan beklenmektedir.

İşletme, kendi tasarımını yapmakta ve tasarımını yaptığı ürünleri kendi bünyesinde veya taşeron firmalarda yaptırmaktadır. Kendi bünyesinde yapılmakta olan üretimlerde, üretim ve kalite kontrol esnasında müdahale etmesi diğer bir deyişle süreci kontrol altında tutması mümkündür. Herhangi bir olumsuzluk durumunda ilgili aksiyonu anında alabilir ve sürecin duraksamasını, uzamasını engelleyebilir. Ancak taşeron firmalara verilen üretimlerde, aynı durum söz konusu olmayabilir. Müdahale etmek gecikebilir, bu da sürecin uzamasına ve gecikmelere neden olabilmektedir. Bu nedenle işletme, üretimi yapacak olan tedarikçilerde, tasarım ve ürün geliştirme yeteneklerinin yer almasını olumlu yönde değerlendirebilmektedir.

Tedarikçilerden bu bağlamda, teknik resimleri rahatlıkla okuyabilmeleri, üretilebilirliği sorgulayabilmeleri, öneri sunma vb süreci hızlandıracak aksiyonları alabilme yeteneğine sahip olmaları tercih nedeni olarak dikkate alınmaktadır.

Tedarikçinin tasarım yeteneğinin maksimum olması tercih edilmekte olup, bunun ölçülmesi sayısallaştırılması kolay değildir. Bulanıklığın söz konusu olduğu bu kriter için satın alma mühendislerine bu bağlamda bir anket uygulanmıştır. 7 skaladan oluşan bir seçim tablosu hazırlanmış olup, her bir alternatif firma için bu skaladan puanlandırılması istenmiştir.

Satın alma mühendislerine sunulmuş olan skala ve tanımları Tablo 5.4'te belirtildiği şekildedir.

Tablo 5.4 Tasarım yeteneği skala ve tanım tablosu

SKALA	SKALA AÇIKLAMASI
Çok zayıf	Tasarım yeteneği hiç yok/ yetkili mühendis çalıştırmamakta
Zayıf	Yetkili bir mühendis çalıştırmakta kendini tasarım anlamında geliştirebilir
Zayıf/source kontrol	Tasarım yeteneği zayıf ancak parça *source kontrol (sc)
Orta	Geçmişte tasarıma destek olmuş, resim okuyabilir, AR-GE geliştirilebilir
İyi /source kontrol	Geçmişte tasarıma destek olmuş *source kontrol (sc)
İyi	AR-GE bölümü yok, ancak tasarım anlamında kendini geliştirmiş
Çok iyi	Bünyesinde AR-GE si mevcut

*Burada Source control olarak belirtilmiş olan durum, işletmenin kendi AR-GE bünyesinden sağlamakta olduğu destektir.

Alternatif olarak belirlenmiş olan tedarikçiler için alınan anket sonuçları Tablo 5.5'te verilmektedir.

Tablo 5.5 Tasarım yeteneği kriteri anket sonuçları tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	TASARIM YETENEĞİ
	MAX
A1	orta
A2	iyi /source kontrol
A3	iyi /source kontrol
A4	orta
A5	iyi /source kontrol
A6	zayıf
A7	orta
A8	iyi
A9	zayıf
A10	zayıf/source kontrol

7 seviyeli dilsel sete sahip olan tasarım yeteneği kriteri için;

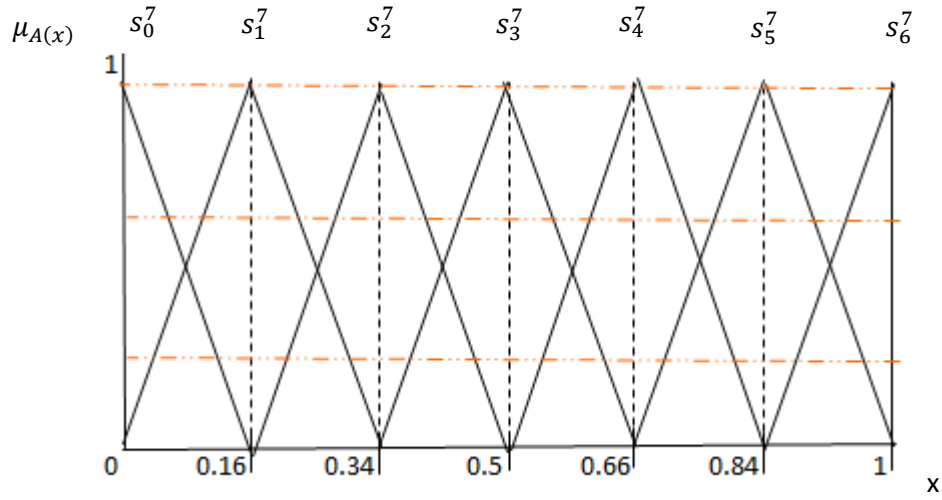
$S_7 = (s_0^7, s_1^7, s_2^7, s_3^7, s_4^7, s_5^7, s_6^7)$ değerleri kullanılacaktır.

Her bir dilsel etiket için α_i , b_i ve c_i değerlerinin hesaplanması için eşitlik (4.7)'den yararlanılır ve değerler Tablo 5.6'da belirtildiği şekilde hesaplanır.

Tablo 5.6 7 seviyeli dilsel değerler

Dilsel Set	Çok zayıf	Zayıf	Zayıf/sc	Orta	İyi/sc	İyi	Çok iyi
S_7	(0,0,.16)	(0,.16,.34)	(.16,.34,.5)	(.34,.5,.66)	(.5,.66,.84)	(.66,.84,1)	(.84,1,1)

7 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği Şekil 5.2'de verilmektedir.



Şekil 5.2 7 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği

Bu bağlamda, tasarım yeteneğinde her bir alternatif tedarikçiye ait 2-tuple dilsel gösterim Tablo 5.7'de verilmiştir.

Tablo 5.7 Tasarım yeteneği kriteri dilsel veri seti tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	TASARIM YETENEĞİ
	MAX
A1	S ₃
A2	S ₄
A3	S ₄
A4	S ₃
A5	S ₄
A6	S ₁
A7	S ₃
A8	S ₅
A9	S ₁
A10	S ₂

5.4.3 Fiyat revizyonu (artış yönünde) yüzdesi kriteri (FRY)

İşletmede, seçilmiş olan ve siparişi yayınlanmış olan firmalarda teklif aşamasında anlaşılmış fiyat üzerine revize yapılması talebi söz konusu olabilmektedir. Örneğin, tasarım değişiklikleri, hammadde değişiklikleri, teklifin en başta yanlış verilmiş olması, ürün ağacı zorunlu değişiklikleri vb durumlarda ortaya çıkabilmektedir. Firmanın kendi tasarımını kendi yapması ve müşteri talebi değişikliklerinin fazla olması nedeniyle parça/imalat yöntemi revizyonu durumları ile karşı karşıya kalınabilmektedir. Bu durumlarda, firma üretimini yarılamaş/tamamlamış olabilmekte ve yeni revizyon üretimi için ek maliyet talep edebilmektedir.

Fason imalat için başta üretim için öngörülen ve firmadan gönderilecek olan hammaddenin değiştirilmesi; hammaddenin tedarikçisinde yaşanan sıkıntılar nedeniyle söz konusu olabilmektedir. Örneğin; teklif aşamasında üretilecek parçanın yuvarlak dolu malzemeden işlenmesi anlaşıldığı halde, o hammaddenin stok sıkıntısından dolayı hammadde sac malzemeye çevrilebilmekte ve üretimin bu malzemeden yapılması istenebilmektedir. Bu durum tedarikçinin üretim şeklini değiştirmesine neden olacaktır, bu nedenle de tedarikçiler ek maliyet talep edebilmektedir.

Tabii ki, eğer bu ek maliyetlerin ödenmesi gerekiyorsa hesaplanmış olan makul değere sahip bu tutarlar firmalara ödenmektedir. Ancak, ek maliyetin işletme tarafından ödenmesine gerek duyulmadığı veya ek maliyetin fazla geldiği durumlarda işletme mevcut proje bütçesini de düşünerek bir karar vermek zorundadır. Tedarikçi değiştirmeli midir? Devam mı etmelidir? Genelde bu sorunun yanıtı, ek maliyetin kabul edilerek, siparişin tamamlanmasıdır. Bunun nedeni, işletmenin çok dinamik ve minimum imalat/nakliye zamanlarına sahip olmasıdır.

Belirtilen bu durumlar, satın alma birimi tarafından tercih edilmeyen ve seçim sürecini negatif yönde etkileyen durumlardır ve bu nedenle bu tip durumlarda tedarikçinin fiyat değişikliklerinin minimum olması istenmektedir.

Geçmiş resim revizyonları veya üretim revizyonları dikkate alındığında alternatif olarak belirlenmiş olan firmaların fiyat revizyon yüzdeleri gerçek sayı olup Tablo 5.8’de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 5.8 Fiyat revizyonu kriteri veri tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	FİYAT REVİZYONU YÜZDESİ
	<i>MIN</i>
A1	5
A2	12
A3	10
A4	27
A5	25
A6	23
A7	16
A8	30
A9	8
A10	24

5.4.4 Sipariş iptal yüzdesi kriteri (SİY)

Tedarikçi seçim sürecinden geçen ve satın alma siparişi açılan firmalarda siparişin iptal edilmesi, istenmeyen durumlardan birisidir. Siparişin iptal edilmesi durumu ile, tedarikçinin istenilen ürün spektlerine uygun üretimi yapamaması, iş yoğunluğunun artmış olması ve dolayısıyla kapasitesinin yetmemesi vb durumlarda karşı karşıya kalınabilmektedir. Siparişin iptal edilme zamanı bu durumda önem kazanmaktadır; eğer ki parçanın imalat zamanı da dikkate alınarak işletmede olması istenen tarih aralığı uzun ise başka bir tedarikçi seçilir ve sürecin uzamaması sağlanabilir. Ancak bu tarih aralığı çok kısa kalmış ise, bu durum işletme açısından kritik bir durum doğurmaktadır. Alternatif tedarikçiler değerlendirilir ve yeniden sipariş açılır. Ancak istenilen zamana siparişin yetiştirilememesi veya az olan sürede hızlı bir şekilde üretim yaptırılarak istenilen ürün kalitesinin yakalanamaması durumları ile karşılaşılabilir. Bu nedenlerden ötürü, satın alma birimi sipariş iptalini yapan firmaları seçim aşamasında negatif yönde değerlendirebilmektedir.

Geçmiş dönem verileri dikkate alınarak, alternatif olarak belirlenmiş olan 10 firmaya ait sipariş iptal yüzdeleri gerçek sayı olup, Tablo 5.9'da belirtilmiştir.

Tablo 5.9 Sipariş iptal yüzdesi kriteri veri tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	SİPARİŞ İPTAL YÜZDESİ
	<i>MİN</i>
A1	15
A2	20
A3	6
A4	14
A5	22
A6	25
A7	8
A8	11
A9	2
A10	5

4.4.5 Portal kullanımı yüzdesi kriteri (PKY)

İşletmenin her bir tedarikçinin siparişlerini takip ettiği bir web portal internet sitesi mevcuttur. Bu web sitesinde, her tedarikçi kendi özel kullanıcı adı ve kullanıcı şifresi ile giriş yapabilmektedir. Bu web sitesi kapsamında;

1. Sipariş takip alanında
 - a. Siparişi açılan parçalar, adetleri, projeleri
 - b. Her bir parçaya bağlı olan resim revizyon numarası
 - c. Her bir siparişin istenen teslimat zamanı

bilgileri yer almaktadır.

2. Teslim edilmiş olan parçalara ait kalite bilgileri
 - a. Ok
 - b. Red ise nedeni ve açılmış olan MRB kaydı
 - c. UAI (use as is) – şartlı kabul

bilgileri yer almaktadır.

3. Siparişlerin teslimatları esnasında her sevkiyat paketi bazında alabilecekleri barkod sistemi yer almaktadır.

İşletmeye sipariş gelişleri/parça girişleri barkodlar yardımıyla bir el terminali ile yapılmaktadır. Bu nedenle tedarikçilerden bu web sitesinden ilgili sevkiyatlarında, barkod bastırmaları ve irsaliye ile birlikte göndermeleri istenmektedir.

Web sitesinin kullanımı, hem işletme ve tedarikçiler arasındaki bilgi akışını sağlamakta, hem de parça giriş sürecinin hatasız ve daha hızlı bir şekilde işlenmesini sağlayarak önemli bir kriter olarak yerini almaktadır. Bu kriterin maksimum olması tercih edilmektedir.

İşletme barkod uygulamasına 2011 yılında geçmiştir ve bugüne kadar olan kullanım oranlarına bakıldığında alternatif firmalar için kullanım yüzdeleri gerçek sayı olup Tablo 5.10'da belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 5.10 Portal kullanım yüzdesi kriteri veri tablosu

Alternatif/kriterler	PORTAL KULLANIMI YÜZDESİ
	<i>MAX</i>
A1	85
A2	92
A3	95
A4	74
A5	84
A6	71
A7	69
A8	91
A9	90
A10	83

5.4.6 Hammadde hurda yüzdesi kriteri (kesim şemalarından sapma) (HHY)

İşletme hakkında bilgi verilirken de belirtildiği gibi, işletme bünyesinde fason imalat parçaları ilgili tedarikçilere yaptırılırken yalnızca işçilik fiyatı üzerinden bir anlaşma yapılmaktadır. Burada üretim için gerekli olan ve ürün ağacına bağlı olan hammadde işletme tarafından ilgili tedarikçiye gönderilmektedir.

Tedarikçilere fason işçilik için gönderilecek hammaddeler işletme tarafından projenin en başında planlanıp, satın alınmaktadır ve işletme stoklarında saklanmaktadır. Fason imalat için gerekli olan hammaddelerin gönderimi esnasında bir kesim programından yardım alınmaktadır. Bu programda, hangi parçadan ne kadar üretileceği, o parçanın bir adet üretimi için ne kadarlık bir malzemeye ihtiyaç duyulduğu, kesim payları vb bilgiler programa girilmektedir. Hammadde bazında bir yerleşim yapan programın gönderilecek hammaddenin kullanımının ardından ne kadar hurda çıkacağı, ne kadar ileride kullanılabilir malzeme çıkacağı bilgileri hesaplanmakta ve sisteme aktarılmaktadır. İleride kullanılabilir bu artan malzemeler, ilgili tedarikçilerin ambarlarında depolanmaktadır.

Ancak bu kesim şemalarına uyulmadığı ve hammaddenin belirtilenden fazla kullanıldığı durumlar ile de karşılaşılabilir. Bu durum, firma tarafında istenmeyen bir durumdur. Nedeni hem yurtdışından tedarik edilmekte olan ve değeri yüksek olan bu hammaddelerin hurda edilmesi, hem de hurda edilen bu hammaddelerin malzeme planlamasını negatif yönde etkilemesi hatta sapmaya neden olmasıdır. Bu nedenle, minimum oranda kayıp istenmektedir.

Proje kapsamında genel anlamda bir hammadde problemi ile karşılaşmamak adına firmalarda üretim esnasında yaşanan hurda oranının çok az seviyelerde olması en istenilen durumdur. Örneğin projenin tam ortasında bir alüminyum malzemedan dolayı yaşanan sıkıntı nedeniyle bu hammaddenin siparişinin yeniden açılması ve yurtdışından sevki uzun ve sıkıntılı bir süreç olabilmektedir.

Geçmiş verilere dayalı olarak, belirlenmiş olan alternatif firmalar için hesaplanan hammadde hurda yüzdeleri gerçek sayı olup, Tablo 5.11’de belirtilmektedir.

Tablo 5.11 Hammadde hurda yüzdesi kriteri veri tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	HAMMADESİ HURDA YÜZDESİ
	<i>MİN</i>
A1	15
A2	6
A3	2
A4	25
A5	30
A6	35
A7	26
A8	4
A9	26
A10	19

5.4.7 Hammadde saklama koşulları kriteri (HSK)

Yukarıda da belirtildiği gibi, siparişlerin üretimi için gönderilen hammaddelerin hurda oranlarının düşük olması istenmesinin yanı sıra, bu hammaddelerin tedarikçilerde saklanma koşulları da önemlidir.

Gönderilen hammaddeler, çelik ve alüminyum malzemelerden oluşmaktadır. Hassas olan bu hammaddelerin tedarikçilerde uygun şekilde istiflenmesi malzemelerin hasar görmemesi, çizilmemesi, kırılmaması, paslanmaması vb önemlidir. İşletme tarafından bu hammaddelerin kapalı bir alanda stoklanması öngörülmektedir.

Bu bağlamda, fason imalat yapan tedarikçilerin ambarlarının geniş, stoklamaya ve taşınmasına uygun (Palet, vinç) olması istenmekte olup maksimum saklama koşulları beklenmektedir.

Tedarikçilerde hammaddenin saklama koşulları belirli kriterlere göre değişmekte olup, bunun ölçülmesi ve sayısallaştırılması kolay değildir. Bulanıklığın söz konusu olduğu bu kriter için satın alma birimi içerisinde çalışmakta olan ve hammaddelerin planlanıp firmalara tedarikini sağlayan planlama mühendislerinden bilgi alınmıştır.

Satın alma planlama mühendislerine sunulmuş olan skala ve tanımları Tablo 5.12'de belirtilmektedir;

Tablo 5.12 Hammadde saklama koşulları skala ve tanım tablosu

SKALA	SKALA AÇIKLAMASI
Çok kötü	Hammaddeleri stoklama yeri hiç yok
Kötü	Stok alanı mevcut, ancak saklama koşulları kötü
Orta	Stok alanı mevcut, saklama koşulları normal, taşıma kendi bünyesi dışında
İyi	Stok alanı mevcut, saklama koşulları ve taşıma/istifleme iyi
Çok iyi	Ambar malzeme yönetim sistemi mevcut

Alternatif olarak belirlenmiş olan tedarikçiler için hammadde saklama koşulları için alınan anket sonuçları Tablo 5.13'deki gibidir.

Tablo 5.13 Hammadde saklama koşulları kriteri anket sonuçları tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	HAMMADDE SAKLAMA KOŞULLARI
	MAX
A1	Orta
A2	İyi
A3	İyi
A4	Çok kötü
A5	Kötü
A6	Kötü
A7	Çok iyi
A8	Çok iyi
A9	Orta
A10	Orta

5 seviyeli dilsel sete sahip olan hammadde saklama koşulları kriteri için;

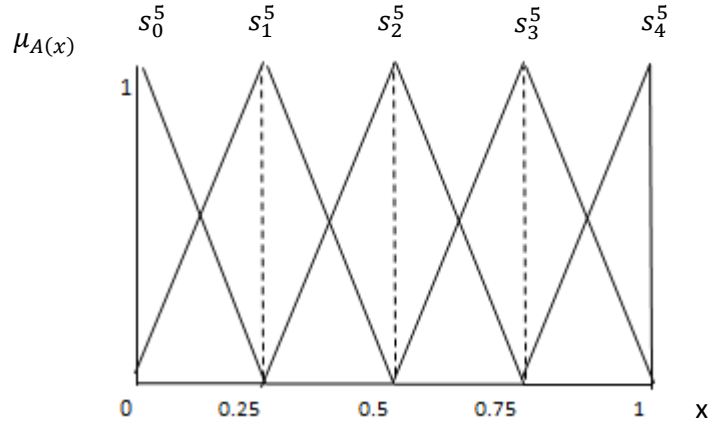
$S_5 = (s_0^5, s_1^5, s_2^5, s_3^5, s_4^5)$ değerleri kullanılacaktır.

Her bir dilsel etiket için α_i , b_i ve c_i değerlerinin hesaplanması için eşitlik (4.7)'den yararlanılır ve Tablo 5.14'de belirtildiği şekilde değerler hesaplanır.

Tablo 5.14 5 seviyeli dilsel değerler

Dilsel Set					
S_5	(0,0,.25)	(0,.25,.5)	(.25,.5,.75)	(.5,.75,1)	(.75,1,1)

5 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği Şekil 5.3'te belirtildiği şekildedir.



Şekil 5.3 5 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği

Bu bağlamda, hammadde saklama koşullarında her bir alternatif tedarikçiye ait 2-tuple dilsel gösterim Tablo 5.15'de belirtilmiştir.

Tablo 5.15 Hammadde saklama koşulları dilsel veri seti tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	HAMMADDE SAKLAMA KOŞULLARI
	MAX
A1	S ⁵ ₂
A2	S ⁵ ₃
A3	S ⁵ ₃
A4	S ⁵ ₀
A5	S ⁵ ₁
A6	S ⁵ ₁
A7	S ⁵ ₄
A8	S ⁵ ₄
A9	S ⁵ ₂
A10	S ⁵ ₂

5.4.8 Sevkiyat şartlarına uyum/paketleme yüzdesi kriteri (SŞP)

Firma, tedarikçilerden gelecek olan siparişlerin kendi bünyesinde hazırlanmış olan malzeme taşıma ve paketleme talimatına uyumlu bir şekilde teminini istemektedir. İstenen teslimat zamanlarının kısa olması, proje takvimlerinin sıkışık olması nedeniyle, parçaların paketlemeden veya sevkiyat esnasında hasar görmesinden kaynaklı bir problemle karşılaşılacak istenilmemektedir.

Bu bağlamda, tedarikçilerden talimatta belirtildiği şekilde her bir ürün ailesinin sahip olduğu paketleme ve sevkiyat şartları göz önünde bulundurularak sevkiyat yapımları önem teşkil etmektedir.

Maksimum düzeyde sevkiyat şartlarına uyum istenmekte olup, geçmiş dönem sevkiyatlar göz önünde bulundurulduğunda, alternatif tedarikçiler için sevkiyat şartlarına uyum aralığı Tablo 5.16'da verilmektedir.

Tablo 5.16 Hammadde hurda yüzdesi kriteri veri tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	SEVKİYAT ŞARTLARINA UYUM/PAKETLEME YÜZDESİ
	MAX
A1	[75,85]
A2	[81,90]
A3	[92,98]
A4	[79,87]
A5	[86,92]
A6	[62,81]
A7	[70,84]
A8	[83,91]
A9	[77,86]
A10	[75,90]

5.4.9 Coğrafi konum kriteri (CK)

İşletmenin çalışmakta olduğu tedarikçiler, fason parçalar için genelde Ankara içi olmakta beraber, direkt satın alınan parçalarda hem yurtiçi hem de yurtdışı olduğunu söyleyebiliriz.

Özellikle, fason imalat için Ankara içi olan firmaların da şehiriçi dağılımı firma için önemlidir. Nedeni, üretim için hammaddenin dağıtımı ve transferinin kolay olmasıdır. Hammaddeler hem işletmeden ilgili tedarikçilere dağıtılır, hem tedarikçiler arası malzeme transferi yapılabilir, hem de hammaddelerin geri işletmeye iadesi durumları ile sıkça karşılaşılabilir. Firma bünyesinde bu hammaddelerin ilgili tedarikçilere transferlerini yapmakta olan araçlar mevcuttur.

Fason imalat için gönderilen hammaddelerin büyük ölçülerde olması malzemelerin sevkiyatını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle şehir dışı olan firmalar ile fason olarak çalışmak tercih edilmemektedir. Ankara içi olan firmalar için ise, hem zaman hem de maliyet açısından daha verimli olması nedeniyle, birbirlerine ve aynı zamanda işletmeye de daha yakın olan firmalar tercih edilebilmektedir.

İşletmenin Ankara içerisinde fason imalat yaptırdığı firmalar için dağılım; Ostim, Kazan, Sarayköy ve Sincan organize sanayi bölgeleridir.

Belirlenmiş olan alternatif tedarikçilerin coğrafi konum olarak değerlendirilmesi aşamasında, şu an için ellerinde mevcut hammadde stokları ve bu işletmelerin mesafeleri dikkate alınmış olup, satın alma planlama ve lojistik planlama mühendislerine değerlerin belirlenmesi için bir anket uygulanmıştır. 5 skaladan oluşan bir seçim tablosu hazırlanmış olup, her bir alternatif firma için bu skaladan puanlandırılması istenmiştir.

Satın alma planlama ve lojistik planlama mühendislerine sunulmuş olan skala ve tanımları Tablo 5.17’de belirtilmektedir.

Tablo 5.17 Coğrafi konum skala ve tanım tablosu

SKALA	SKALA AÇIKLAMASI
Çok uzak	Hem işletmeye hemde hammadde stoklanan diğer tedarikçilere mesafesi çok
Uzak	İşletmeye uzak, hammadde stoklanan diğer tedarikçilere mesafesi daha az
Orta	İşletmeye ve hammadde stoklanan diğer tedarikçilere orta mesafede uzak
Yakın	İşletmeye yakın,hammadde stoklanan diğer tedarikçilere mesafesi daha az
Çok yakın	Hem işletmeye hem de hammadde stoklanan diğer tedarikçilere mesafesi az

Alternatif olarak belirlenmiş olan tedarikçiler için coğrafi konumları için alınan anket sonuçları Tablo 5.18’de belirtilmektedir.

Tablo 5.18 Coğrafi konum kriteri anket sonuçları tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	COĞRAFI KONUM
	MAX
A1	yakın
A2	orta
A3	yakın
A4	orta
A5	yakın
A6	uzak
A7	orta
A8	yakın
A9	yakın
A10	uzak

5 seviyeli dilsel sete sahip olan coğrafi konum kriteri için;

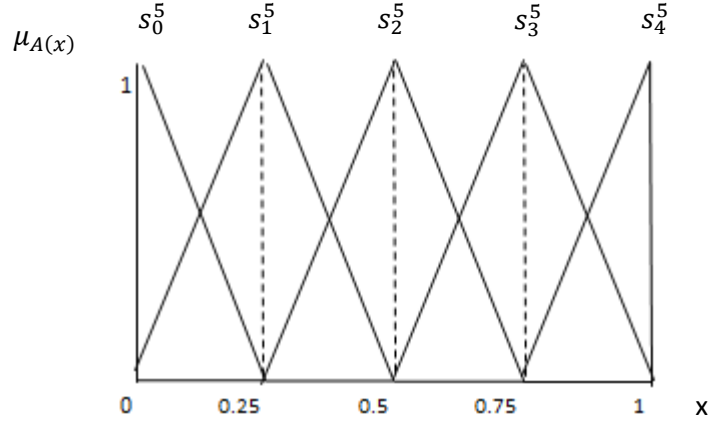
$S_5 = (s_0^5, s_1^5, s_2^5, s_3^5, s_4^5)$ değerleri kullanılacaktır.

Her bir dilsel etikete ait α_i , b_i ve c_i değerlerinin hesaplanması için eşitlik (4.7)'den yararlanılır ve Tablo 5.19'da belirtilen değerler elde edilir.

Tablo 5.19 5 seviyeli dilsel değerler

Dilsel Set					
S_5	(0,0,.25)	(0,.25, .5)	(.25,.5,.75)	(.5,.75,1)	(.75,1,1)

5 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği Şekil 5.4'te gösterilmektedir.



Şekil 5.4 5 seviyeli dilsel dönüşüm değer grafiği

Bu bağlamda, coğrafi konumda her bir alternatif tedarikçiye ait 2-tuple dilsel gösterim Tablo 5.20’de gösterilmektedir.

Tablo 5.20 Coğrafi konum dilsel veri seti tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	COĞRAFİ KONUM
	<i>MAX</i>
A1	S^5_3
A2	S^5_2
A3	S^5_3
A4	S^5_2
A5	S^5_3
A6	S^5_1
A7	S^5_2
A8	S^5_3
A9	S^5_3
A10	S^5_1

5.4.10 Zamanında teslimat yüzdesi kriteri (ZTY)

Firmada, öngörülen imalat süreleri genelde kısa tutulmaktadır. Bunu nedeni, daha öncede belirtildiği gibi, proje takviminin sıkışık olması ve esnek olmamasıdır. Firmada MPS dikkate alınarak, her bir proje için satın alınacak olan parçaların ihtiyaç tarihleri MRP sistemi ile oluşturulmaktadır.

Siparişin açılması gereken tarih = İhtiyaç zamanı – (firmanın üretim zamanı + sevkiyat zamanı)

Olarak hesaplanmakta olup, her bir parçanın siparişinin açılmasının ardından firmanın üretim zamanı + sevkiyat zamanı sonra teslim edilmiş olması beklenmektedir.

Siparişler açılırken ve anlaşma yapılırken, ilgili firma ile parçanın teslimat zamanı ile ilgili mutabık kalınmaktadır. Ancak tedarikçi firma bazlı bazı durumlardan ötürü siparişlerin geç teslimi ile de karşılaşılabilir.

Teslimat zamanının gecikmesine neden olan ilgili tedarikçi bu durumda, en başta imzalanan ve mutabık kalınan anlaşmaya uymamış kabul edilmektedir.

Siparişin istenilen tarihten geç gelmesi, üst komplemin tamamlanma zamanını otomatik olarak etkileyecektir ve fazla mesai veya proje takvimine geç kalma olarak firmaya yansıtacaktır. Proje takvimlerindeki gecikmelerde sözleşmede yer alan ceza ödemelerine sebebiyet verebilmektedir.

Zamanında teslimat yüzdesinin maksimum olması bu nedenle işletme açısından önemlidir.

Geçmiş verilere dayalı olarak, alternatif olarak belirtilen bu 10 firmaya ait zamanında teslimat yüzdeleri üçgensel gösterim ile Tablo 5.21’de belirtildiği şekilde oluşturulmuştur;

Tablo 5.21 Zamanında teslimat yüzdesi kriteri veri tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	ZAMANINDA TESLİMAT YÜZDESİ
	MAX
A1	(65,74,94)
A2	(55,71,83)
A3	(77,81,95)
A4	(51,68,78)
A5	(63,79,87)
A6	(56,69,81)
A7	(71,82,90)
A8	(74,85,94)
A9	(70,83,91)
A10	(66,78,82)

5.4.11 Kalite puanı kriteri (KP)

Yukarıda da belirtildiği gibi, işletmenin kalite birimi tarafından takip edilmekte ve hesaplanmakta olan bir tedarikçi kalite puan sistemi yer almaktadır.

Bu puanın hesaplanmasında dikkate alınan kriterler;

- Tedarikçinin denetim puanı;
 - o İdari
 - o Kalite yönetim sistemi
 - o İmalat yeteneği
- Teslimat puanı
 - o Gelen kafiyeledeki red oranı
 - o Red nedeninin tanımlanmış önem yüzdesi
 - o Geçmişteki hata puanı

Bu puanlandırma sistemine göre, her bir tedarikçi 0-100 puan arasında puanlandırılır.

Kalite puanının maksimum değerinde olması istenmektedir.

Bu puan dinamik olarak sürekli değişmekte ve anlık olarak kullanılan mevcut ERP sisteminde saklanmaktadır.

Aynı zamanda, tedarikçilerin yıllık ortalama kalite puanları da dikkate alınarak işletme kendi bünyesinde puanı 70'den yukarı olan tedarikçileri onaylı tedarikçisi olarak seçmektedir.

Tedarikçi seçimi yapılırken satın alma birimi tedarikçinin onaylı bir tedarikçi olması yerine o anlık kalite puanını yalnızca dikkate almaktadır. Bunun nedeni, örneğin yeni bir tedarikçi ise bu durumda onaylı olmadığı için çalışamaz ve sonraki sene sertifika alındıktan sonra çalışılabilir hale gelmiş olacaktır ki bu da işletmenin satın alma bölümü hedeflerinden olan yıllık yeni tedarikçi ekleme hedefine ters düşmektedir.

İşletme bünyesinde hesaplanan bu puanlar gerçek sayı olup, alternatif olarak belirlenen firmalar için Tablo 5.22'de belirtildiği değerlerdedir;

Tablo 5.22 Kalite puanı kriteri veri tablosu

ALTERNATİF/KRİTERLER	KALİTE PUANI
	MAX
A1	73,42
A2	68
A3	72,81
A4	68,6
A5	80
A6	64,65
A7	70
A8	80,2
A9	70,88
A10	64,33

Böylece, işletmenin tedarikçi seçme sürecini etkileyebilecek kriterler ve bu kriterlere ait veri setleri, yürütülmekte olan X projesi kapsamında belirlenmiş ve hesaplanmıştır.

X projesi kapsamında aday olan alternatif firmalar için, hesaplanmış olan kriter değer tablosu Tablo 5.23'de belirtildiği şekilde oluşmuştur.

Tablo 5.23 Alternatifler-kriterler değer tablosu

Alternatif/kriterler	referans	TY	FRY	SİY	PKY	HHY	HSK	SŞP	CK	ZTY	KP
	MAX	MAX	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX
A1	7	S ₃	5	15	85	15	S ₂ ⁵	[75,85]	S ₃ ⁵	(65,74,94)	73,42
A2	2	S ₄	12	20	92	6	S ₃ ⁵	[81,90]	S ₂ ⁵	(55,71,83)	68
A3	3	S ₄	10	6	95	2	S ₃ ⁵	[92,98]	S ₃ ⁵	(77,81,95)	72,81
A4	8	S ₃	27	14	74	25	S ₀ ⁵	[79,87]	S ₂ ⁵	(51,68,78)	68,6
A5	5	S ₄	25	22	84	30	S ₁ ⁵	[86,92]	S ₃ ⁵	(63,79,87)	80
A6	2	S ₁	23	25	71	35	S ₁ ⁵	[62,81]	S ₁ ⁵	(56,69,81)	64,65
A7	6	S ₃	16	8	69	26	S ₄ ⁵	[70,84]	S ₂ ⁵	(71,82,90)	70
A8	8	S ₅	30	11	91	4	S ₄ ⁵	[83,91]	S ₃ ⁵	(74,85,94)	80,2
A9	4	S ₁	8	2	90	26	S ₂ ⁵	[77,86]	S ₃ ⁵	(70,83,91)	70,88
A10	3	S ₂	24	5	83	19	S ₂ ⁵	[75,90]	S ₁ ⁵	(66,78,82)	64,33

5.5 2 Tuple MULTIMOORA Uygulaması

Aşama 1:

Öncelikli olarak belirlenmiş olan değer matrisinde normalizasyon işlemi aşağıda belirtilen 2 Tuple multimora tekniğinde kullanılan vektörel normalizasyon formülleri uygulanmakta ve normalize değerleri elde edilmektedir.

Gerçek sayılar için;

Eşitlik (3.5)'ten yararlanılarak, normalizasyon yapılır.

Sayı aralığı seti için eşitlik (4.22)'den yararlanılarak, normalizasyon yapılır.

Üçgensel veri seti için eşitlik (4.23)'den yararlanılarak, normalizasyon yapılır.

Bulanık yapıya sahip olan kriterler için atanan dilsel setler için normalizasyon işlemi 2 Tuple MULTIMOORA tekniğinde uygulanmamaktadır. Bunun nedeni dilsel setlerin herhangi bir birim ile ifade edilmemesi, birimsiz olmalarıdır. Kalan veriler için normalize edilmiş değerler Tablo 5.24'de belirtilmektedir.

Tablo 5.24 Normalize edilmiş değer tablosu

Alternatif/kriterler	referans	TY	FRY	SİY	PKY	HHY	HSK	SŞP	CK	ZTY	KP
	MAX	MAX	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX
A1	0,42	S ₃	0,08	0,32	0,32	0,22	S ⁵ ₂	[.2,.23]	S ⁵ ₃	[.15,.17,.22]	0,32
A2	0,12	S ₄	0,19	0,43	0,35	0,09	S ⁵ ₃	[.22,.24]	S ⁵ ₂	[.13,.17,.2]	0,30
A3	0,18	S ₄	0,16	0,13	0,36	0,03	S ⁵ ₃	[.25,.26]	S ⁵ ₃	[.18,.19,.22]	0,32
A4	0,48	S ₃	0,43	0,30	0,28	0,36	S ⁵ ₀	[.21,.23]	S ⁵ ₂	[.12,.16,.18]	0,30
A5	0,30	S ₄	0,40	0,47	0,32	0,44	S ⁵ ₁	[.23,.25]	S ⁵ ₃	[.15,.19,.21]	0,35
A6	0,12	S ₁	0,37	0,54	0,27	0,51	S ⁵ ₁	[.17,.22]	S ⁵ ₁	[.13,.16,.19]	0,29
A7	0,36	S ₃	0,25	0,17	0,26	0,38	S ⁵ ₄	[.19,.22]	S ⁵ ₂	[.17,.19,.21]	0,31
A8	0,48	S ₅	0,48	0,24	0,34	0,06	S ⁵ ₄	[.22,.24]	S ⁵ ₃	[.17,.2,.22]	0,35
A9	0,24	S ₁	0,13	0,04	0,34	0,38	S ⁵ ₂	[.21,.23]	S ⁵ ₃	[.17,.2,.21]	0,31
A10	0,18	S ₂	0,38	0,11	0,31	0,28	S ⁵ ₂	[.2,.24]	S ⁵ ₁	[.16,.18,.19]	0,28

Aşama 2:

Bu aşamada normalize edilmiş olan değerler 2 tuple formatına dönüştürülmektedir.

2 Tuple MULTIMOORA bölümünde bahsedildiği üzere, modelde baz alınacak olan dilsel seviyenin öncelikli olarak belirlenmesi gerekmektedir ki normalize edilmiş olan değer matrisindeki tüm değerler bu seviyeye dönüştürülsün ve ifade edilebilsin.

Bu bağlamda, tasarım yeteneği, coğrafi konum ve hammadde saklama koşulları için tanımlanmış olan dilsel setler dikkate alındığında en fazla 7 seviyenin yer aldığı görülmektedir. Baz alınacak olan dilsel seviye setinin belirlenmesinde, en fazla tanecik miktarına sahip olan dilsel set dikkate alınacaktır. Bu nedenle burada 7 seviyeli dilsel set baz alınacaktır ve tüm değerler 7 seviyeli dilsel sete dönüştürülecektir.

Bu durumda maksimum seviye (7 seviyeli) baz alınarak β değerleri hesaplanarak 2 tuple gösterimi sırasıyla yapılacaktır.

Normalize edilmiş olan bu değerlerin öncelikli olarak eşitlik (4.8)'e göre 2 tuple dilsel set formatında (7 seviyeli) yazımı gerekmektedir.

Ardından, eşitlik (4.17)'e göre her bir X_{ij} değerine ait β değerleri hesaplanacaktır ve 2 tuple formatına dönüşümü sağlanacaktır.

Problemde, değer matrisinde tanımlanan veri setlerinin gerçek sayı, sayı aralıkları, üçgensel gösterim ve 2 tuple dilsel gösterim ile ifade edildiği önceki bölümlerde vurgulanmıştı. Bu nedenle her bir veri seti tipi için 2 tuple dönüşümü örnekler ile aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Bunun için,

Örneğin;

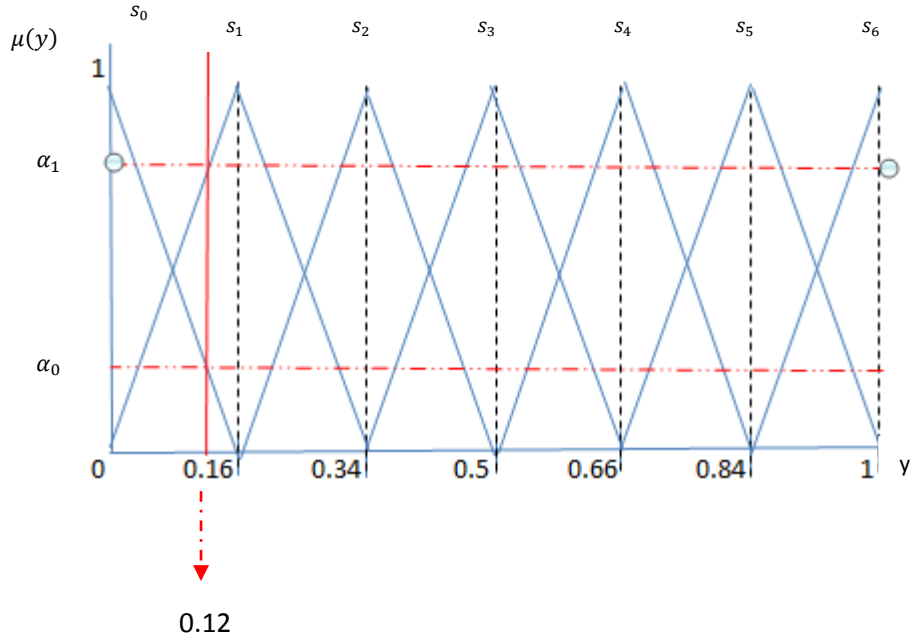
(gerçek sayı için)

Alternatif/kriterler	referans
	<i>MAX</i>
A2	<i>0,12</i>

$I = b_{12} = 0.12$ dir.

$\tau(I) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\}$ eşitliğinden,

$\tau(I(0.12)) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\}$ 2 tuple dilsel şekilde ifade edilmei gerekmektedir.



Şekil 5.5 b_{12} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesişim grafiği

7 seviyeli dilsel set grafiğinde $I = b_{12} = 0.12$ noktası görüldüğü gibi s_0 ve s_1 seviyelerini kesmektedir. Bu kesim noktalarındaki α_0 değeri 0.25 ve α_1 değeri 0.75 hesaplanmıştır.

Bu durumda;

$$\begin{aligned} \tau(I(0.12)) &= \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\} \\ &= \{(s_0, 0.25), (s_1, 0.75), (s_2, 0), (s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0), (s_6, 0)\} \end{aligned}$$

olarak dilsel set oluşturulmuştur.

$X(\tau(I)) = X(\tau(b_{12})) = X(\tau(0.12)) = \beta$ değerinin hesaplanması için eşitlik (4.17)'den yararlanılarak

$\beta = 0.75$ bulunmuştur. Bu β değerinin 2 tuple şeklinde yazılımı, eşitlik (4.9)'a göre, $(s_1, -0.25)$ olarak hesaplanmıştır.

Aynı şekilde tüm gerçek sayılar için 2 tuple dönüşümü yapılmıştır.

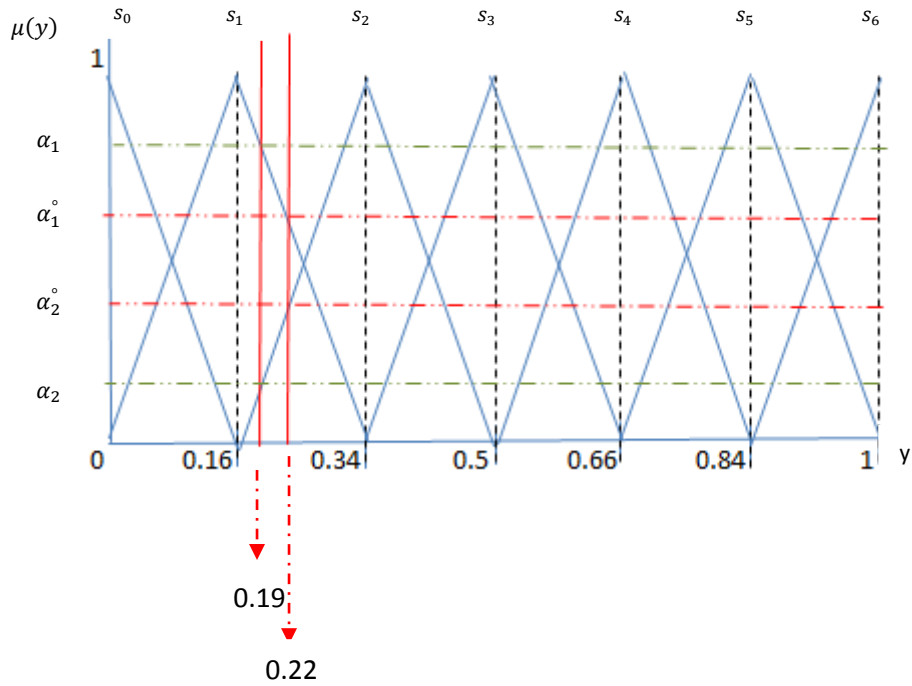
(Sayı aralığı için)

Alternatif/kriterler	SŞP
	MAX
A7	[.19,.22]

$I = b_{87} = [.19,.22]$ dir.

$\tau(I) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0,1 \dots g]\}$ eşitliğinden,

$\tau(I([.19,.22])) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0,1 \dots g]\}$ 2 tuple dilsel şeklinde ifade edilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.6 b_{87} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesişim grafiği

7 seviyeli dilsel set grafiğinde $I = b_{87} = [.19, .22]$ sayı aralığı için;

$b_1 = 0.19$ noktası görüldüğü gibi s_1 ve s_2 seviyelerini kesmektedir. Bu seviyeleri kestiği noktalardaki α_1 değeri 0.8255 ve α_2 değeri 0.1745 olarak hesaplanmıştır.

$b_2 = 0.22$ noktası görüldüğü gibi s_1 ve s_2 seviyelerini kesmektedir. Bu seviyeleri kestiği noktalardaki α_1° değeri 0.659 ve α_2° değeri 0.341 olarak hesaplanmıştır.

Bu durumda;

$$\begin{aligned} \tau(I([.19, .22])) &= \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\} \\ &= \{(s_0, 0), (s_1, 0.8255), (s_1, 0.659), (s_2, 0.1745), (s_2, 0.341), (s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0), (s_6, 0)\} \end{aligned}$$

olarak dilsel set oluşturulmuştur.

$X(\tau(I)) = X(\tau(b_{87})) = X(\tau([.19, .22])) = \beta$ değerinin hesaplanması için, eşitlik (4.17)'den yararlanılarak

$\beta = 2.51$ bulunmuştur. Bu β değerinin 2 tuple şeklinde yazılımı eşitlik (4.9)'a göre,

$(s_3, -0.49)$ olarak hesaplanmıştır.

Aynı şekilde tüm sayı aralığına sahip değerler için 2 tuple dönüşümü yapılmıştır.

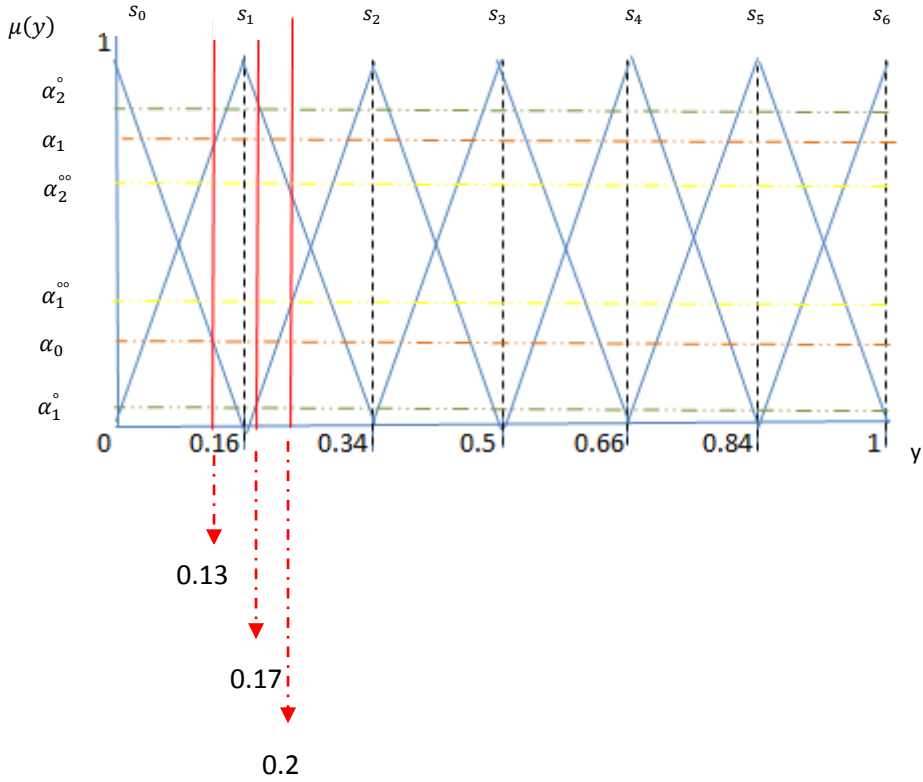
(Üçgensel değerler için)

Alternatif/kriterler	ZTY
	MAX
A2	[.13, .17, .2]

$I = b_{102} = [.13, .17, .2]$ dir.

$\tau(I) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\}$ eşitliğinden,

$\tau(I([\cdot 13, \cdot 17, \cdot 2])) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\}$ 2 tuple dilsel şekilde ifade edilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.7 b_{102} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesişim grafiği

7 seviyeli dilsel set grafiğinde $I = b_{102} = [\cdot 13, \cdot 17, \cdot 2]$ sayı aralığı için;

$b_1 = 0.13$ noktası görüldüğü gibi s_0 ve s_1 seviyelerini kesmektedir. Bu seviyeleri kestiği noktalardaki α_0 değeri 0.19 ve α_1 değeri 0.81 olarak hesaplanmıştır.

$b_2 = 0.17$ noktası görüldüğü gibi s_1 ve s_2 seviyelerini kesmektedir. Bu seviyeleri kestiği noktalardaki α_1° değeri 0.94 ve α_2° değeri 0.06 olarak hesaplanmıştır.

$b_3 = 0.2$ noktası görüldüğü gibi s_1 ve s_2 seviyelerini kesmektedir. Bu seviyeleri kestiği noktalardaki α_1° değeri 0.77 ve α_2° değeri 0.23 olarak hesaplanmıştır.

Bu durumda;

$$\tau(I([\cdot 13, \cdot 17, \cdot 2])) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\}$$

=

$$\{(s_0, 0.19), (s_1, 0.81), (s_1, 0.94), (s_1, 0.77), (s_2, 0.06), (s_2, 0.23), (s_3, 0), (s_4, 0), (s_5, 0), (s_6, 0)\}$$

olarak dilsel set oluşturulmuştur.

$X(\tau(I)) = X(\tau(b_{102})) = X(\tau([\cdot 13, \cdot 17, \cdot 2])) = \beta$ değerinin hesaplanması için eşitlik (4.17)'den yararlanılarak

$\beta = 1.03$ bulunmuştur. Bu β değerinin 2 tuple şeklinde yazılımı eşitlik (4.9)'a göre,

$(s_1, 0.03)$ olarak hesaplanmıştır.

Aynı şekilde tüm üçgensel olarak ifade edilmiş olan değerler için 2 tuple dönüşümü yapılmıştır.

(dilsel set-5 seviyeli için)

5 seviyeli dilsel set olarak ifade edilen 2 tuple değerlerin 7 seviyeli dilsel set olarak karşılık gelen 2 tuple değerlerinin bulunması gerekmektedir.

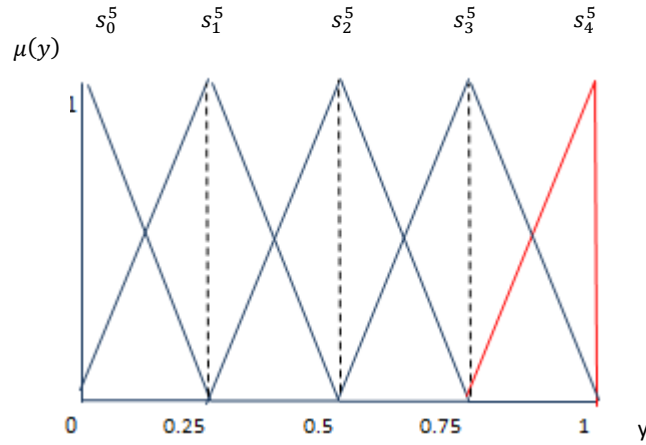
Alternatif/kriterler	HSK
	MAX
A7	S ⁵ ₄

$I = b_{78} = S_4^5$ dir.

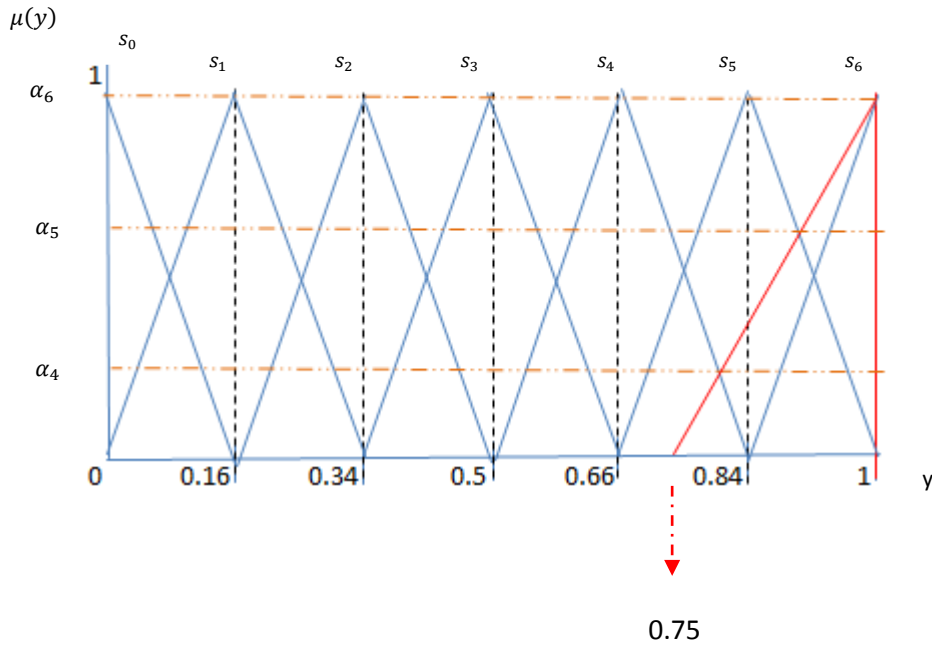
$\tau(I) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\}$ eşitliğinden,

$\tau(I(S_4^5)) = \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\}$ 2 tuple dilsel şekilde ifade edilmesi gerekmektedir.

S_4^5 değeri 5 seviyeli dilsel set grafiğinde Şekil 5.8'de belirtildiği gibi (0.75,1,1) 'e denk gelmektedir.



Şekil 5.8 5 seviyeli dilsel set değer grafiği



Şekil 5.9 b_{78} noktasının 7 seviyeli dilsel sette kesim grafiği

7 seviyeli dilsel set grafiğinde $I = b_{78} = S_4^5 = (0.75, 1, 1)$ görüldüğü gibi s_4 , s_5 ve s_6 seviyelerini kesmektedir. Bu kesim noktalarındaki α_4 değeri 0.2, α_5 değeri 0.6 ve α_6 değeri 1 olarak hesaplanmıştır.

Bu durumda;

$$\begin{aligned}\tau(I(S_4^5)) &= \{(s_i, \alpha_i) | i \in [0, 1 \dots g]\} \\ &= \{(s_0, 0), (s_1, 0), (s_2, 0), (s_3, 0), (s_4, 0.2), (s_5, 0.6), (s_6, 1)\}\end{aligned}$$

Olarak dilsel set oluşturulmuştur.

$X(\tau(I)) = X(\tau(b_{78})) = X(\tau(S_4^5)) = \beta$ değerinin hesaplanması için eşitlik (4.17)'den yararlanılarak

$\beta = 5.44$ bulunmuştur. Bu β değerinin 2 tuple şeklinde yazılımı eşitlik (4.9)'a göre,

$(s_5, 0.44)$ olarak hesaplanmıştır.

Aynı şekilde tüm 5 seviyeli dilsel set 2 tuple değerleri için 7 seviyeli 2 tuple dönüşümü yapılmıştır.

(dilsel set-7 seviyeli için)

Modelde baz alınmakta olan dilsel setin 7 seviyeli olması nedeniyle, grafikten sapmaları 0 olacağından, 2 tuple dönüşümünde α değerleri 0 olacaktır.

Böylelikle karar matrisinde yer alan tüm değerler (gerçek sayı, sayı aralık değerleri, üçgensel aralık değerleri ve dilsel setler) 7 seviyeli dilsel sette dönüşümleri yapılarak, 2 tuple olarak ifade edilmiştir.

Tablo 5.25'de belirtildiği şekilde yeni değer matrisi oluşmuştur.

Tablo 5.25 2 Tuple değer tablosu

Alternatif/kriterler	referans	TY	FRY	ŞİY	PKY	HHY	HSK	SŞP	CK	ZTY	KP
	MAX	MAX	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX
A1	(S3,-0.5)	(S3,0)	(S1,-0.5)	(S2,-0.1)	(S2,-0.1)	(S1,0.34)	(S3,0)	(S1,0.31)	(S5,-0.5)	(S1,0.11)	(S2,-0.1)
A2	(S1,-0.25)	(S4,0)	(S1,0.18)	(S3,-0.44)	(S2,0.06)	(S1,-0.44)	(S5,-0.5)	(S1,0.4)	(S3,0)	(S1,0.03)	(S2,-0.215)
A3	(S1,0.12)	(S4,0)	(S1,0)	(S1,-0.19)	(S2,0.125)	(S0,0.19)	(S5,-0.5)	(S3,0.2)	(S5,-0.5)	(S1,0.21)	(S2,-0.1)
A4	(S3,-0.125)	(S3,0)	(S3,-0.44)	(S2,-0.215)	(S2,-0.33)	(S2,0.125)	(S1,-0.45)	(S1,0.34)	(S3,0)	(S1,0.05)	(S2,-0.22)
A5	(S2,-0.215)	(S4,0)	(S2,0.38)	(S3,-0.19)	(S2,-0.1)	(S3,0)	(S2,-0.5)	(S3,-0.1)	(S5,-0.5)	(S1,0.13)	(S2,0.06)
A6	(S1,-0.25)	(S1,0)	(S2,0.19)	(S3,0.25)	(S2,-0.38)	(S3,-0.08)	(S2,-0.5)	(S2,0.4)	(S2,-0.5)	(S1,-0.01)	(S2,-0.27)
A7	(S2,0.125)	(S3,0)	(S2,-0.49)	(S1,0.06)	(S2,-0.44)	(S2,0.25)	(S5,0.44)	(S3,-0.49)	(S3,0)	(S1,0.15)	(S2,-0.16)
A8	(S3,-0.125)	(S5,0)	(S3,-0.125)	(S1,0.44)	(S2,0)	(S0,0.38)	(S5,0.44)	(S3,-0.21)	(S5,-0.5)	(S1,0.21)	(S2,0.06)
A9	(S1,0.44)	(S1,0)	(S1,-0.19)	(S0,0.25)	(S2,0)	(S2,0.25)	(S3,0)	(S1,0.34)	(S5,-0.5)	(S2,-0.45)	(S2,-0.16)
A10	(S1,0.12)	(S2,0)	(S2,0.25)	(S1,-0.31)	(S2,-0.16)	(S2,-0.33)	(S3,0)	(S3,-0.32)	(S2,-0.5)	(S1,0.1)	(S2,-0.33)

Aşama 3:

Tedarikçi değerlendirme kriterleri incelendiğinde bazılarının maksimize edilmesi, bazılarının da minimize edilmesi amaçlandığı görülmektedir. Burada her bir kriterin aynı amaca çevrilmesi gerekmektedir. Bu nedenle minimum olması amaçlanan kriterler için her alternatifteki 2 tuple değerlerinin maksimum amaca dönüştürülmesi gerekmektedir.

Fiyat revizyonu yüzdesi, sipariş iptal yüzdesi, hammadde hurda yüzdesi, coğrafi konum minimum amaca sahip olan kriterlerdir.

Bu dönüşümün gerçekleştirilmesi için, her bir minimum amaç kriteri değerlerine Eşitlik (4.12) uygulanır ve yeni 2 tuple değerleri elde edilir.

Örneğin fiyat revizyon yüzdesi kriteri için,

Alternatif/kriterler	FRY
	MIN
A1	(S1,-0.5)

$$Neg(s_i, \alpha_i) = \Delta(g - (\Delta^{-1}(s_1, -0.5)))$$

Eşitlik (4.10)'a göre,

$$\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i) = 1 - 0.5 = 0.5 = \beta \text{ değeri hesaplanmıştır.}$$

$$Neg(s_i, \alpha_i) = \Delta(g - (0.5))$$

$$Neg(s_i, \alpha_i) = \Delta(6 - (0.5))$$

$$Neg(s_i, \alpha_i) = \Delta(5.5)$$

Eşitlik (4.9)'a göre;

$$\Delta(5.5) = \begin{cases} s_i, i = \text{round}(5.5) = 6 \\ \alpha = 5.5 - 6 = -0.5 \end{cases}$$

olmak üzere $(s_6, -0.5)$ 2 tuple dönüşümü yapılmıştır.

Aynı şekilde amaç fonksiyonu minimize olan tüm kriterlerdeki alternatif değerlere uygulandığında Şekil 5.26'da belirtilen tablo elde edilmektedir.

Bu tablo ile, tüm kriterler için alternatif değerleri aynı amaç fonksiyonunda ve 7 seviyeli 2 tuple dilsel sete dönüştürme işlemi yapılmıştır.

Tablo 5.26 Aynı amaç fonksiyonuna dönüştürülmüş 2 Tuple değer tablosu

Alternatif/kriterler	referans	TY	FRY	SiY	PKY	HHY	HSK	SŞP	CK	ZTY	KP
	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
A1	(S3,-0.5)	(S3,0)	(S6,-0.5)	(S2,-0.1)	(S2,-0.1)	(S5,-0.34)	(S3,0)	(S1,0.31)	(S2,-0.5)	(S1,0.11)	(S2,-0.1)
A2	(S1,-0.25)	(S4,0)	(S5,-0.18)	(S3,-0.44)	(S2,0.06)	(S5,0.44)	(S5,-0.5)	(S1,0.4)	(S3,0)	(S1,0.03)	(S2,-0.215)
A3	(S1,0.12)	(S4,0)	(S5,0)	(S1,-0.19)	(S2,0.125)	(S6,-0.19)	(S5,-0.5)	(S3,0.2)	(S2,-0.5)	(S1,0.21)	(S2,-0.1)
A4	(S3,-0.125)	(S3,0)	(S3,0.44)	(S2,-0.215)	(S2,-0.33)	(S4,-0.125)	(S1,-0.45)	(S1,0.34)	(S3,0)	(S1,0.05)	(S2,-0.22)
A5	(S2,-0.215)	(S4,0)	(S4,-0.38)	(S3,-0.19)	(S2,-0.1)	(S3,0)	(S2,-0.5)	(S3,-0.1)	(S2,-0.5)	(S1,0.13)	(S2,0.06)
A6	(S1,-0.25)	(S1,0)	(S4,-0.19)	(S3,0.25)	(S2,-0.38)	(S3,0.08)	(S2,-0.5)	(S2,0.4)	(S5,-0.5)	(S1,-0.01)	(S2,-0.27)
A7	(S2,0.125)	(S3,0)	(S4,0.49)	(S1,0.06)	(S2,-0.44)	(S4,-0.25)	(S5,0.44)	(S3,-0.49)	(S3,0)	(S1,0.15)	(S2,-0.16)
A8	(S3,-0.125)	(S5,0)	(S3,0.125)	(S1,0.44)	(S2,0)	(S6,-0.38)	(S5,0.44)	(S3,-0.21)	(S2,-0.5)	(S1,0.21)	(S2,0.06)
A9	(S1,0.44)	(S1,0)	(S5,0.19)	(S0,0.25)	(S2,0)	(S4,-0.25)	(S3,0)	(S1,0.34)	(S2,-0.5)	(S2,-0.45)	(S2,-0.16)
A10	(S1,0.12)	(S2,0)	(S4,-0.25)	(S1,-0.31)	(S2,-0.16)	(S4,0.33)	(S3,0)	(S3,-0.32)	(S5,-0.5)	(S1,0.1)	(S2,-0.33)

Aşama 4:

Bu aşamada, 3 tip 2 tuple MULTIMOORA uygulaması ile alternatiflerin sıralanması gerçekleştirilmiştir.

1. 2 Tuple MULTIMOORA Oran Sistemi uygulaması:

Alternatifin tüm kriterlerdeki sahip oldukları değerler dikkate alınarak aritmetik ortalaması eşitlik (4.26)'a göre hesaplanmaktadır. Bu eşitlik dikkate alınarak her bir alternatif için y_i değeri Tablo 5.27'de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 5.27 Oran sistemi için hesaplanmış y_{ij} değer tablosu

Alternatif/kriterler	Y_{ij}
A1	(S3,-0.5)
A2	(S3,-0.1)
A3	(S3,-0.2)
A4	(S2,0.21)
A5	(S2,0.38)
A6	(S2,0.23)
A7	(S3,-0,3)
A8	(S3,0.005)
A9	(S2,0.07)
A10	(S2,0.42)

Eşitlik (4.11)'den yararlanılarak, maksimum değerden minimum değere derecelendirilecek şekilde tedarikçi seçim sırası Tablo 5.28' de belirtildiği şekildedir. Buna göre ilk sırada yer alan tedarikçi A8 nolu tedarikçidir.

Tablo 5.28 Oran sistemi için alternatiflerin sıralı tablosu

Alternatif/kriterler	Y_{ij}	Oran Sistemi sıralaması
A1	(S3,-0.5)	5
A2	(S3,-0.1)	2
A3	(S3,-0.2)	3
A4	(S2,0.21)	9
A5	(S2,0.38)	7
A6	(S2,0.23)	8
A7	(S3,-0,3)	4
A8	(S3,0.005)	1
A9	(S2,0.07)	10
A10	(S2,0.42)	6

2. 2 Tuple MULTIMOORA Referans Noktası uygulaması:

Öncelikli olarak eşitlik (4.11)'e göre $maxu_{ij}$ değerleri her bir kriter için belirlenmektedir. Belirlenen bu değerler Tablo 5.29'da belirtilmektedir.

Tablo 5.29 Referans noktası için hesaplanan $maxu_{ij}$ değer tablosu

Alternatif/kriterler	referans	TY	FRY	SİY	PKY	HHY	HSK	SŞP	SK	ZTY	KP
MAXU_{ij}	(S3,-0.125)	(S5,0)	(S6,-0.5)	(S3,0.25)	(S2,0.125)	(S6,-0.19)	(S5,0.44)	(S3,0.2)	(S5,-0.5)	(S1,0.21)	(S2,0.06)

Sıralamanın yapılabilmesi için Min-max metric of tchebycheff uygulamasından yararlanılmıştır.

Eşitlik (4.27)'ye göre her bir alternatif için Min-max metric of tchebycheff uygulandığında $maxd_{ij}$ değerleri Tablo 5.30'da belirtildiği şekilde elde edilmiştir.

Tablo 5.30 Referans noktası için hesaplanan d_{ij} değer tablosu

Alternatif/kriterler	MAX dij
A1	(S3,0)
A2	(S2,0.16)
A3	(S3,0)
A4	(S5,-0.11)
A5	(S4,-0.06)
A6	(S4,0)
A7	(S2,0.19)
A8	(S3,0)
A9	(S4,0)
A10	(S3,0)

Min-max metric of tchebycheff uygulamasına göre sıralama minimum dan maksimum değere doğru derecelendirilmiştir ve Tablo 5.31’de belirtildiği şekildedir. Buna göre ilk sırada yer alan tedarikçi A2 nolu tedarikçidir.

Tablo 5.31 Referans noktası için alternatiflerin sıralı tablosu

Alternatif/kriterler	MAX dij	referans noktası sıralaması
A1	(S3,0)	5
A2	(S2,0.16)	1
A3	(S3,0)	4
A4	(S5,-0.11)	10
A5	(S4,-0.06)	7
A6	(S4,0)	8
A7	(S2,0.19)	2
A8	(S3,0)	3
A9	(S4,0)	9
A10	(S3,0)	6

3. 2 Tuple MULTIMOORA Tam Çarpım Form uygulaması:

Öncelikli olarak alternatifin tüm kriterlerdeki değerlerinin geometrik ortalamaları Eşitlik (4.28)'e göre her bir alternatif için Tablo 5.32'de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 5.32 Tam çarpım form için hesaplanmış u_{ij} değer tablosu

Alternatif/kriterler	U_i
A1	(S2,0.27)
A2	(S2,0.39)
A3	(S2,0.33)
A4	(S2,-0.07)
A5	(S2,0.21)
A6	(S2,-0.09)
A7	(S2,0.4)
A8	(S2,0.62)
A9	(S2,-0.36)
A10	(S2,-0.31)

Eşitlik (4.11)'den yararlanılarak, maksimum değerden minimum değere derecelendirilecek şekilde tedarikçi seçim sırası Tablo 5.33'de belirtildiği şekildedir. Buna göre ilk sıradaki tedarikçi A8 nolu tedarikçidir.

Tablo 5.33 Tam çarpım form için alternatiflerin sıralı tablosu

Alternatif/kriterler	U_i	Tam çarpım form sıralaması
A1	(S2,0.27)	4
A2	(S2,0.39)	2
A3	(S2,0.33)	3
A4	(S2,-0.07)	7
A5	(S2,0.21)	5
A6	(S2,-0.09)	8
A7	(S2,0.4)	6
A8	(S2,0.62)	1
A9	(S2,-0.36)	10
A10	(S2,-0.31)	9

Böylece 2 Tuple MULTIMOORA uygulaması, 3 metot için de bir sıralama yapılmıştır. Tablo 5.34'de her uygulama için alınan sonuçlar birlikte gösterilmektedir.

Tablo 5.34 2 tuple MULTIMOORA alternatiflerin sıralı tablosu

<i>Alternatif/kriterler</i>	<i>Oran Sistemi sıralaması</i>	<i>referans noktası sıralaması</i>	<i>Tam çarpım form sıralaması</i>
A1	5	5	4
A2	1	2	2
A3	4	3	3
A4	10	9	7
A5	7	7	5
A6	8	8	8
A7	2	4	6
A8	3	1	1
A9	9	10	10
A10	6	6	9

Her 3 tip metot için de yapılan sıralamalar arasından bir sıralama yapılabilmesi için dominance (Baskınlık) metodu kullanılarak Tablo 5.35 de belirtilen sıralama alternatif tedarikçiler arasında yapılmıştır.

Tablo 5.35 Baskınlık metoduna göre alternatif tedarikçi sıralaması

<i>Alternatif/kriterler</i>	<i>tedarikçi sıralaması</i>
A1	4
A2	2
A3	3
A4	7
A5	5
A6	8
A7	6
A8	1
A9	10
A10	9

Eğer işletme kendi bünyesinde yalnızca kalite puanlarını dikkate alarak bu belirtilmiş olan tedarikçiler arasında bir sıralama yaparsa Tablo 5.36'da belirtildiği şekilde bir sıralama yapılması mümkündür.

Tablo 5.36 Kalite puanına göre yapılacak olan tedarikçi sıralaması

<i>Alternatif/kriterler</i>	<i>tedarikçi sıralaması</i>
A1	3
A2	8
A3	4
A4	7
A5	2
A6	9
A7	6
A8	1
A9	5
A10	10

Bu çalışmaya göre yapılan sıralama ve mevcut durumda kalite puanı dikkate alınarak yapılmış olan sıralama karşılaştırıldığında ise Tablo 5.37'de elde edilmektedir.

Tablo 5.37 Mevcut durum sıralaması ve 2-Tuple MULTIMOORA sıralaması

<i>Alternatif/kriterler</i>	<i>Tedarikçi sıralaması (kalite puanı)</i>	<i>Tedarikçi sıralaması (2-tuple MULTIMOORA)</i>
A1	3	4
A2	8	2
A3	4	3
A4	7	7
A5	2	5
A6	9	8
A7	6	6
A8	1	1
A9	5	10
A10	10	9

6.SONUÇ

Bu yüksek lisans tezinde, tedarikçi seçim sürecinin iyileştirilmesi problemi üzerinde çalışılmıştır. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri dikkate alınarak proje bazlı bir üretim işletmesinin tedarikçi seçim sürecinin iyileştirilmesi amacıyla, 2-Tuple MULTIMOORA yöntemi kullanılmış ve bu problemin nasıl çözüleceği üzerinde durulmuştur. Problemin çözümünde, 2 Tuple MULTIMOORA tekniğinin kullanılmasının en büyük nedeni, işletmenin sahip olduğu tedarikçi seçim kriterleri değerlerinin farklı veri setleri şeklinde olması ve işletmenin dinamik yapısıdır. Hem gerçek sayılar, hem sayı aralıkları hem de bulanıklığın var olduğu bu ortamda maksimum doğruluğa yakını hedefleyerek bulanık sayıların dilsel dönüşümü için 2 Tuple dilsel dönüşüm tekniği tercih edilmiştir. Aynı zamanda bu çalışma sonucunda elde edilmiş olan modelin işletmede mevcut ERP sistemine entegrasyonu ve satın alma sürecinde kullanımının kolaylığı açısından sistemin hızlı cevap verebilmesi, işlem zamanının kısa oluşunun önemi açısından da MULTIMOORA tekniği tercih edilmiştir. MULTIMOORA tekniğinin kendi içerisinde vermiş olduğu 3 farklı tipteki sıralama yöntemi de aynı zamanda satın alma mühendislerine alternatif çözüm yolları sunacaktır.

Çalışmanın ilk aşamasında, işletmenin tedarikçi seçim modelini oluşturacağımız X projesinde çalışılacak alternatif tedarikçiler belirlenmiştir. Bu tedarikçilerin belirlenmesi sürecinde, işletmeye ait tüm tedarikçi havuzu değerlendirilmiş olup, X projesine ait ürünlerin tedarik geçmişleri incelenmiştir. Geçmişte benzer projelerde çalışılmış ve başarı ile tedarikini tamamlamış olan tedarikçiler seçilmiştir. Ardından mevcut X projesinde kullanılan hammaddeler incelenmiş olup, bu hammaddelerin ilgili tedarikçilerde şu an için depolanıp depolanmadığı kontrol edilmiştir. Hammaddeler elinde olan tedarikçiler tercih edilmiştir.

İkinci aşamada, işletmeye ait olan tedarikçi seçim kriterleri tespit edilmiştir. Bu aşamada, işletmede kalite puanı kriteri dışındaki diğer mevcut satın alma mühendislerinin deneyim ve bilgileri doğrultusunda alınan kararlara ait kriterlerin belirlenmesi aşamasında detaylı çalışmalar yapılmıştır. Kriterlerin belirlenmesinin

ardından, bu kriterlerin ölçülmesi değerlendirilmesi sürecine girilmiştir. Sayısallaştırılmayan her bir kriter sözlü ifadeler ile değerlendirilmiştir.

Bir sonraki aşamada, 2 Tuple MULTIMOORA tekniği uygulanarak alternatif tedarikçiler arasından 3 farklı MOORA tekniği ile bir sıralama yapılmıştır ve en iyi tedarikçiler baskınlık metodu ile belirlenmiştir.

Burada atlanılmaması gereken bir nokta vardır ki o da, işletme ihtiyaç duyulan tüm parçalarını tek bir tedarikçide üretirmeyecektir. Bu nedenle alternatif olarak belirlemiş olduğu diğer tedarikçiler içinden seçim yapacaktır. Verilen 3 farklı yöntem çıktısı olan sıralamalar baz alınarak kötü sınıfına giren tedarikçiler için geliştirme faaliyetleri başlatabilirler.

Aynı zamanda bu tedarikçi seçim modelinin aktif olarak çalışabilmesi için kullanılan ERP sisteminde kodlanması ve doğru verileri alması için altyapının kurulması gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki, bu çalışma o an çekilmiş olan fotoğrafı yansıtabilecektir. Çünkü bu kadar dinamik olarak satın alma faaliyetlerini sürdüren bir firmada her gün yüzlerce sipariş girişi, onlarca red, binlerce hammadde hareket vb aktiviteler sürekli devam etmektedir. Bu tez ile ortaya konan tedarikçi seçim modelinin, işletme için yaşayan bir model olarak kullanılması gerektiğini vurgulamak gerekir.

Bu yüksek lisans tezinde, işletme bünyesinde tedarikçi seçiminde kullanılan tüm kriterler eşit önem derecelerine göre alınmıştır. Bunun nedeni, satın alma mühendislerinin karar verici olarak bu yönde ortak bir görüşe sahip olmalarıdır. Ancak bu bağlamda, ileriki dönem projelerde içinde bulunulan durum tekrar değerlendirilerek, gerekirse kriterlerin ağırlıklandırılması ve bu ağırlıkların işletme içerisinde hesaplanabilmesi, proje bazında daha iyi sonuçlar doğurabilir.

KAYNAKLAR LİSTESİ

- [1] Metz, P.J., "Demystifying Supply Chain Management" Supply Chain Management, 1998.
- [2] Yüksel, H., Tedarik Zincirleri için Performans Ölçüm sistemlerinin Tasarımı, Yönetim ve Ekonomi, Cilt 11, Sayı 1, 11, 2004.
- [3] Monczka, R.M., Trecha, S.J., "Cost-Based Supplier Performance Evaluation", Journal of Purchasing and Materials Management, 2-7, 1998.
- [4] Şen, E., KOB İ'lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi, 2. Baskı, T.C. Başbakanlık DTM,2006.
- [5] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Managing the Supply Chain: The Definitive Guide for the Business Professional, McGraw-Hill, New York,2004.
- [6] Seçme, N., Özdemir, A.İ., Bulanık analitik hiyerarşi yöntemi ile çok kriterli stratejik tedarikçi seçimi: Türkiye örneği, Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, 22(2), s.175-191,2008.
- [7] H.Min, G.Zhou, Supply Chain Modeling: Past, Present and Future, Pergaman, Computers&Industrial Engineering, 43(2002), 231-249.
- [8] Hugos, M., Essentials of Supply Chain Management, John Wiley & Sons, New Jersey,2006.
- [9] Göktürk, İ.F., Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde bulanık AHP Uygulaması, Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü, Kocaeli, 2008.
- [10] Demirdöğen, O., Küçük, O., Malzeme Akı şının Etkinli ğinde Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi. 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye,2007.
- [11] Stadtler, H., Kilger, C., Supply Chain Management-an Overview, Supply Chain Management and Advanced Planning, Springer, Berlin,2007.
- [12] Boer, L.B., Labro E., Morlacchi, P., A Review of Methods Supporting Supplier Selection, European Journal of Purchasing & Supply Management, 7, 75-89, 2001.
- [13] Yıldızöz, H., Tedarik Zinciri Yönetimi ve bir Uygulama, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler enstitüsü, İstanbul, 2006.
- [14] Tan, K.C., A Framework of Supply Chain Management Literature. European Journal of Purchasing & Supply Management, 7,2001.
- [15] Özdemir, A. İ., Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23, 87 -96,2004.
- [16] Tanyaş, M., Tedarik Zinciri Yönetimi ve Kalder Kıyaslama, Grup Projesi, İTÜ,2005.
- [17] Küçük, O., Ecer, F., Bulanık TOPSIS Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi ve Erzurum'da Bir Uygulama. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3(1), 45-65,2007.
- [18] Bayrakçıgil, A.O., Tedarik Zinciri Yönetiminde Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ve Tamsayılı Programlama ile Tedarikçi Seçimi: Hipotetik bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 2007.
- [19] Tutkun, H.İ., Tedarik Zinciri Yönetimi Yapısının Tasarlanması ve Örgütlenmesi Öncesinde İşletmede Uygulanabilirliğinin analizi, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2007.

- [20] [Akman, G., Alkan, A., Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Yıl:5, Sayı:9, Bahar s.23-46, 2006.
- [21] Shapiro, F.J., Modelling the Supply Chain, Duxbury, Thomson Learning, Pacific Grove, USA,2001.
- [22] Sakallı, H., Tekstil Sektöründe Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
- [23] Chopra, S., Meindl, P., Supply Chain Management, Prentice Hall, New Jersey,2007.
- [24] Özel, B., Özyörük, B., Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Tedarikçi Firma Seçimi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 22(3), 415-423,2007.
- [25] Dağdeviren, M., Eren, T., Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması, Gazi üniversitesi, Mühendislik-mimarlık Fakültesi Dergisi, 16 (1-2), 41-52, 2001.
- [26] Tam, M.C.Y., Tummala, V.M.R., An application of the AHP in Vendor Selection of a Telecommunications System, Omega, 29(2), 171-182, 2001.
- [27] Görener, A., Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 4(1), 99-110,2009
- [28] Ghodspour, S.H, O'Brien, C., A decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated analytic Hierarchy Process and Linear Programming, International Journal of Production Economics, Vol.56-57, Pp.919-212, 1998.
- [29] Benyoucef L., Ding H., Xie X., Supplier Selection Problem: Selection Criteria and Methods, INRIA, Rapport De Recherche no 4726, 2003.
- [30] Amid, A., Ghodspour, S.H., O'Brien, C., Fuzzy Multiobjective Linear Model for Supplier Selection in a Supply Chain. International Journal of Production Economics, 104(2), 394-407,2006.
- [31] Choy, K. L., Lee, W.B., and Lo, V., Development of Case Based Intelligent Customer-Supplier Relationship Management System, Expert Systems with Applications, Vol.23, No.3, pp.281-297, 2002.
- [32] Kahraman, C., Ruan, D., Doğan, I., Fuzzy Group Decision-Making for Facility Location Selection. Information Sciences 157, 135-153, 2003.
- [33] Muralidharan, C., Anantharaman, N., Deshmukh, S.G, Vendor Rating in Purchasing Scenario: A confidence Interval approach, International Journal of Operations and Production Management, Vol.21, p.1305-1325, 2001.
- [34] Keçeci, U., Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Ağ Süreci, Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
- [35] Waters, C.D.J., Logistics: An Introduction to Supply Chain Management Gordonsville, VA, USA, Palgrave Macmillan, 2003.
- [36] Hu, J., Supplier Selection Determination and Centralized Purchasing Decisions. PhD, Dissertation, Washington State University, College of Business and Economics,2004.
- [37] Aissaoui, N., Haouari, M., Hassini, E., Supplier Selection and Order Lot Sizing Modeling, A review. Computer&Operations Research 34 (12), 3516-3540, 2007.
- [38] Wang, J-W., Cheng, C-H., Kun-Cheng, H., Fuzzy Hierarchical Topsis for Supplier Selection, Applied soft Computing 9, 377-386, 2009.
- [39] Power, D.M.J, Clyde K, Bonifazi, C., Outsourcing Handbook: How to Implement a Successful Outsourcing Process, London, Kogan Page, 2006.

- [40] Soner, S., Onut, S., Multi-Criteria Supplier Selection: An Electre-AHP Application. *Sigma-Journal of Engineering and Sciences*.4, 110-120,2006
- [41] Muralidharan, C., Anantharaman, N., Deshmukh, S.G., A Multi-Criteria Group Decision Making Model for Supplier Rating. *The Journal of Supply Chain Management*, Fall, 22-33,2002.
- [42] Wilson, E.J., The Relative Importance of Supplier Selection Criteria: A Review and Update. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 30(3), 35- 41,1994.
- [43] Dağdeviren, M., Donmez, N., Kurt, M., Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması. *Gazi Univ. Muh. Mim. Fak. Der.*, 21(2), 247-255,2006.
- [44] Araz, C., Özkarahan, I, Supplier Evaluation and Management System for Strategic Sourcing Based on a New Multicriteria Sorting Procedure. *International Journal of Production Economics*, 106, 585-606,2007.
- [45] Sönmez, M., A Review and Critique of Supplier Selection Process and Practices. *Occasional Papers Series*, 1, 1-34,2006.
- [46] Ho, W., Xu, X., Dey, P.K., Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, 202, 16-24,2010.
- [47] Doumpos, M. and C. Zopounidis, *Multicriteria Decision Aid Classification Methods*, (kluwer academic publishers b.v., Dordrecht),2002.
- [48] Hwang, C-L. Ve MdMasud, A.S., *Multiple Objective Decision Making Methods and Applications, State of The Art Survey*, Springer Verlag, berlin, 1979.
- [49] Geçer, A., Kalibrasyon Tedarikçisi Seçiminde Ölçütlerin Belirlenmesi ve Çok Amaçlı Karar Verme Modeli Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010.
- [50] Gülten, H., tesis Yeri Seçimi probleminde AAS Kullanılması ve Karar Sisteminin AHS ile Doğrulanması, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [51] Göze, E.A., analitik Ağ süreci ile Sürdürülebilir bir Üçüncü Parti Lojistik Servis Sağlayıcısı Seçimi, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [52] John R. Current, Charles A. Weber, "Purchaser-originated benchmarking: PROBING", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 10 Iss: 5, pp.431 – 444,2003.
- [53] Weber, C.A., Current, J.D., Desai, A., An Optimization Approach to Determining the Number of Vendors to Employ. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(2), 90-98,2000.
- [54] Wang et al., 2004, Wang, G., Huang, S.H., & Dismukes, J.P., Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteriadecision-making methodology, *Int. J. Production Economics*, 91, 1-15,2004.
- [55] Kumar, M., Vrat, P., Shankar, R., A Fuzzy Programming Approach for Vendor Selection Problem in a Supply Chain, *Internal Journal of Production Economics*, Vol.101, issue 2, pp.273-285, 2006.
- [56] Morlacchi, Piera, Sourcing Relationships within the Supply Chain of Italian Machinery Sector. In: *Organizing the Extended Enterprise. IFIP Advances in Information and Communication Technology* . Chapman & Hall. ISBN 9780412821400,1998.

- [57] Manoj Kumar, Prem Vrat, R. Shankar, A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 46, Issue 1, March 2004, Pages 69–85
- [58] L. V. Vanegas & A. W. Labib, A Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD) model for deriving optimum targets, *International Journal of Production Research*, Volume 39, Issue 1, 2001, pages 99-120.
- [59] Ayyıldız, G., *Bulanık Ortamda Choquet İntegrali Kullanılarak Tedarikçi Değerlendirme Modeli*, Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [60] Narasimhan, R., Talluri, S., Mendez, D., Supplier Evaluation and Rationalization via Data Envelopment Analysis: An Empirical Examination. *The Journal of Supply Chain Management*, Summer, 28-37,2001.
- [61] Mahdiloo, M., Noorzadeh, A., Saen, R.F., A New Approach for Considering a Dual-Role Factor in Supplier Selection Problem. *International Journal of Academic Research*, 3(1), 261-266,2011.
- [62] Wei, S.Y., Jinlong, Z., Zhicheng, L.I., A supplier-Selection System Using a Neural Network, *IEEE International Conference on Intelligent Processing systems*, 1:468-471, 1997.
- [63] Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K., The MOORA Method and its Application to privatization in a Transition Economy. *Control and Cybernetics* 35(2), 445-469, 2006.
- [64] Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Vilutiene, T., Multi-objective Contractor's and Management 9(4), 245-255, 2008.
- [65] Darius Kalibatas, Zenonas Turskis, Multicriteria Evaluation of Inner Climate by Using MOORA Method, *issn 1392 – 124x Information Technology and Control*, vol.37, no.1,2008.
- [66] Willem Karel M. Brauers, Edmundas Kazimieras Zavadskas, Friedel Peldschus & Zenonas Turskis, Multi-objective decision-making for road design, *Volume 23, Issue 3*, pages 183-193,2008.
- [67] Brauers, W.K.M., Ginevicius, R., Podvezko, V., Regional Development in Lithuania considering Multiple Objectives by the MOORA Method. *Technological and Economic Development of Economy* 16(4), 613-640, 2010.
- [68] Brauers, W.K.M., Ginevicius, R., The Economy of the Belgian Regions tested with MULTIMOORA. *Journal of Business Economics and Management* 11(2), 173-209, 2010.
- [69] Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K., Project Management by MULTIMOORA as an Instrument for Transition Economies. *Technological and Economic Development of Economy* 16(1), 5-24, 2010.
- [70] Kracka, M., Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K., Ranking Heating Losses in a Building by Applying the MULTIMOORA; *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics* 21(4), 352-359, 2010.
- [71] Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K., MULTIMOORA optimization Decides on Bank Loan to buy Property. *Technological and Economic Development of Economy* 17(1), 174-188, 2011.
- [72] Chakraborty, S. , Application of the MOORA Method for Decision Making in Manufacturing Environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. doi,10.1007/s00170-010-2972-0, 2010.
- [73] Evans, G. W., An Overview of Techniques for Solving Multiobjective Mathematical Programs, *Management Science*, Vol.30, No 11, 1984.

- [74] Zadeh, Lotfi A. ; Dept. of Electr. Eng. & Comput. Sci., California Univ., Berkeley, CA, USA, Fuzzy Logic = Computing with Words, Volume:4 Issue:2, 1996.
- [75] Freerk a. Lootsma, Fuzzy Logic for Planning and Decision Making, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 195 pages,1997.
- [76] H.-J. Zimmermann, Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert Systems, International Series in Management Science/Operations Research, Volume 10, 1987.
- [77] G. J. Klir, B. Yua, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications
- [78] Altrock, Constantin Von, fuzzy Logic&:Neurofuzzy Applications Explained. New Jersey: Prentice Hall Ptr. Englewood Cliff, 1995.
- [79] Zadeh, Lotfi A., Knowledge Representation in Fuzzy Logic. Knowledge and Data Engineering, 1(1), 89-99, 1989.
- [80] Kiyak, E., Kahvecioglu, A., Bulanık Mantık ve Uçus Kontrol Problemine Uygulanması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1/2, 63-72,2003.
- [81] Özkan, M., Bulanık Hedef Programlama, Bursa, Ekin Kitabevi, 2003.
- [82] Chen, G., Pham, T.T., Introduction tı Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Syaytem, USA, CRC Press LLC, 2001.
- [83] Zadeh, L.A., Fuzzy Sets; Information and Control 8 (1), 338-353, 1965.
- [84] Zadeh, L.A. ; The Concept of a Linguistic Variable and its application to Approximate Reasoning – I ; Information sciences 8 (3), 199-249, 1975.
- [85] Herrera, F., Herrera-Viedma, E.,Martinez, L. , A Fusion Approach for Managing Multi-granularity Linguistic Term Sets in Decision Making. Fuzzy Sets and Systems 114 (1), 43-58, 2000.
- [86] Herrera, F., Martinez, L.(2000a), A 2-Tuple Fuzzy Linguistic Represent Model for Computing with Words. IEEE Transactions on Fuzzy systems 8(6), 746-752.
- [87] Herrera, F., Martinez, L.(2000b), An approach for Combining Linguistic and Numerical Information Based on 2-Tuple Fuzzy Representation Model in Decision-making, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems 8(5), 539-562
- [88] Liu, P.D., A Novel Method for Hybrid Method for Hybrid Multiple Attribute Decision Making; Knowledge-Based Systems 22(5), 388-391, 2009.
- [89] Liu, W., Liu, P., Hybrid Multiple Attribute Decision Making Method Based on Relative Approach Degree of Grey Relation Projection; African Journal of Business Management 4(17), 3716-3724, 2010.
- [90] Brauers, W.K., What Is Meant by Normalization in Decision Making? International Journal of Management and Decision Making 8(5/6), 445-460, 2007.
- [91] Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. (2009a), Robustness of the Multi-objective MOORA Method with a Test fo the Facilities Sector. Technological and Economic Development of Economy 15(2), 352-375.
- [92] Brauers, W.K.M., Zavadskas, E.K. (2009b), Multi-objective Optimization with Discrete Alternatives on the Basis of Ratio analysis. Intelektine Ekonomika [Intellectual Economics] 2(6), 30-41.
- [93] Miller, G.A., The Magical Number Seven Plus or Minus Two, Some Limits on our Capacity for Processing Information; Psychological Review, 63(2), 81-97, 1956.

- [94] Wei, G.W., Grey Relational Analysis Method for 2-tuple Linguistic Multiple Attribute Group Decision Making with Incomplete Eight Information; *Expert Systems with Applications* 38, 4824-4828, 2011.
- [95] Zhang, X., Liu, P. D., Method for Aggregating Triangular Fuzzy Intuitionistic Fuzzy Information and its Application to Decision Making; *Technological and Economic Development of Economy* 16(2), 280-290, 2010.
- [96] Tai, W.S., Chen, C.T., A new Model for Intellectual capital Based on Computing with Linguistic Variable; *Expert Systems with Applications* 36, 3483-3488, 2009.
- [97] Liao, Z., Rittscher, J., a Multi-objective Supplier Selection Model under stochastic Demand Conditions; *International Journal of Production Economics* 105 (1), 150-159, 2007.
- [98] Li, D., F., Multiattribute Group Decision Making Method Using Extended Linguistic Variables; *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge- Based systems* 17 (6), 793-806, 2009.
- [99] Herrera, F., Martinez, L., A Model based on Linguistic 2-Tuples for Dealing with Multigranular Hierarchical linguistic Contexts in Multiexpert Decision-making; *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics, Part B, Cybernetics* 31 (2), 227-234, 2001.
- [100] Demirtas, E.A., Ustun, O., An Integrated Multi Objective Decision Making Process for Supplier Selection and Order Allocation. *Omega* 36 (1), 76-90, 2008.
- [101] Balezentis, T., an Innovative Multi-criteria Supplier selection based on 2-tuple MULTIMOORA and Hybrid Data.
- [102] Zimmerman, H.J., *Fuzzy Set Theory and Its applications*, USA, Kluwer academic Publishers, second and Revised Edition, 1992.
- [103] Talluri, S., Narasimhan, R., Vendor Evaluation with Performance Variability: A Max-Min Approach, *European Journal of Operation Research*, Vol.146, issue 3, 543-552, 2003.
- [104] Boer, L.B., Labro E., Morlacchi, P., A Review of Methods Supporting Supplier Selection, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7, 75-89, 2001.
- [105] Timmerman, E., An Approach to Vendor Performance Evaluation, *J.Purchasing Mater. Management*, 2-8, 1986.
- [106] Şen, Zekai, "Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme", 2009.