

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BULANIK DEMATEL VE BULANIK TOPSİS YÖNTEMLERİ
KULLANILARAK TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BULANIK DOĞRUSAL
PROGRAMLAMA İLE OPTİMUM SİPARİŞ MİKTARININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hafize KUŞKU YAMAN

Enstitü Anabilim Dalı

: ENDÜSTRİ MÜHENDİSİ

Tez Danışmanı

: Dr.Ögr. Üyesi Seher ARSLANKAYA

Haziran 2019

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BULANIK DEMATEL VE BULANIK TOPSİS YÖNTEMLERİ
KULLANILARAK TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BULANIK DOĞRUSAL
PROGRAMLAMA İLE OPTİMUM SİPARİŞ MİKTARININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hafize KUŞKU YAMAN

Enstitü Anabilim Dalı

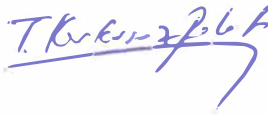
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 12.06.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

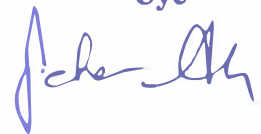
**Dr. Öğr. Üyesi
Çağatay TEKE
Jüri Başkanı**



**Dr. Öğr. Üyesi
Tülay KORKUSUZ POLAT
Üye**



**Dr. Öğr. Üyesi
Seher ARSLANKAYA
Üye**



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Hafize KUŞKU YAMAN

12.06.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen ve beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Seher ARSLANKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, çalışmam boyunca yardımını hiç esirgemeyen sevgili arkadaşım Arş. Gör. Serap ERCAN CÖMERT'e teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleri ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan başta babam olmak üzere aileme de sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
TEDARİK ZİNCİRİ VE YÖNETİMİ	2
2.1. Tedarik Zinciri	2
2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi	2
2.2.1. Tanımı	2
2.2.2. TZY amacı	4
2.2.3. Tedarik zinciri yönetiminin süreçleri	5
2.2.3.1. Müşteri ilişkileri yönetimi.....	5
2.2.3.2. Müşteri hizmet yönetimi	6
2.2.3.3. Talep yönetimi	6
2.2.3.4. Sipariş işleme	7
2.2.3.5. İmalat akış yönetimi.....	7
2.2.3.6. Tedarikçi ilişkileri yönetimi	8
2.2.3.7. Ürün geliştirme ve ticarileştirme.....	9
2.2.3.8. İadeler.....	9

2.2.4. Tedarik zinciri yönetiminin avantajları ve dezavantajları.....	10
2.3. Tedarikçi Seçimi ve Performans Değerlendirme	11
2.3.1. Tedarikçi seçimi	11
2.3.2. Tedarikçi seçimi ve önemi	12
2.3.3. Tedarikçi seçim kriterleri	13
2.3.3.1. Kalite	14
2.3.3.2. Fiyat	15
2.3.3.3. Teslimat.....	15
2.3.3.4. Esneklik.....	15
2.3.3.5. Hizmet.....	16
2.3.3.6. İletişim yeteneği kriteri	16
2.3.3.7. Teknik kapasite kriteri.....	16
2.3.3.8. Performans kriteri.....	17
2.3.3.9. Finansal durum kriteri	17
2.3.3.10. Tesis özellikleri kriteri	17
2.3.3.11. Üretim yeteneği kriteri	17
2.3.3.12. Yönetim yeteneği kriteri	18
2.4. Tedarikçi Değerlendirme Yöntemleri	18
2.4.1. Matematiksel modeller.....	18
2.4.2. Yapay zeka ve uzman sistem modelleri	19
2.4.3. Maliyet tabanlı modeller	19
2.4.4. İstatistiksel modeller	21
2.4.5. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) modelleri.....	21

BÖLÜM 3.

BULANIK MANTIK.....	23
3.1. Bulanık Kümeler	24
3.1.1. Bulanık sayılar	25
3.1.1.1. Üçgen ve yamuk bulanık sayılar	26
3.2. Bulanık Mantık Avantaj ve Dezavantajları.....	27

BÖLÜM 4.

DEMATEL VE TOPSİS YÖNTEMLERİ	29
4.1. Dematel Yöntemler	29
4.2. Bulanık Dematel.....	31
4.3. Topsis Yöntemi	36
4.4. Bulanık Topsis Yöntemi	39
4.5. Bulanık Doğrusal Programlama.....	43
4.5.1. Verdegay yaklaşımı.....	45

BÖLÜM 5.

ÖRNEK UYGULAMA.....	47
5.1. Çalışmanın amacı ve kullanılan model	47
5.1.1. Amaç ve kriterler.....	48
5.1.2. Bulanık dematel yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi...	50
5.1.3. Alternatif tedarikçinin seçimi için bulanık topsis uygulanması..	62
5.1.4. Bulanık doğrusal programlama uygulaması.....	70

BÖLÜM 6.

SONUÇ	77
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	88

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAS	: Analitik ağ süreci
AHS	: Analitik hiyerarşi süreci
BPIÇ	: Bulanık pozitif ideal çözüm
BNİÇ	: Bulanık negatif ideal çözüm
E	: Esneklik kriteri
E1	: Ürün çeşitliliğindeki değişime cevap verme alt kriteri
E2	: Ürün miktarındaki değişime cevap verebilme alt kriteri
E3	: Tasarımdaki değişime cevap verebilme alt kriteri
E4	: Termin tarihindeki değişime cevap verebilme alt kriteri
F	: Fiyat kriteri
F1	: Ürün fiyatı alt kriteri
F2	: Ödeme şartları alt kriteri
FY	: Firma yapısı
FY1	: Teknik açıdan yeterlilik alt kriteri
FY2	: Üretim tesisi ve kapasite alt kriteri
FY3	: Güvenebilirlik alt kriteri
FY4	: Tecrübe alt kriteri
H	: Hizmet kriteri
H1	: İletişim kolaylığı alt kriteri
H2	: Garanti ve şikayet politikaları alt kriteri
H3	: Satış sonrası hizmet alt kriteri
K	: Kalite kriteri
K1	: Ürün Kalitesi alt kriteri
K2	: Kalite sistemleri alt kriteri
K3	: Kalite kontrol yöntemleri/ iyileştirme çalışmaları alt kriteri
K4	: Ambalaj kalitesi kriteri

KV1	: Karar verici 1
KV2	: Karar verici 2
KV3	: Karar verici 3
KV4	: Karar verici 4
T	: Teslimat kriteri
T1	: Zamanında teslimat alt kriteri
T2	: Doğru miktarda teslimat alt kriteri
T3	: Taşıma maliyetleri/ Malın teslim şekli alt kriteri
TZY	: Tedarik zinciri yönetimi



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.Üçgen bulanık sayısı [77]	26
Şekil 3.2.Yamuk bulanık sayısı [78]	27
Şekil 4.1. Dilsel terimler ve üçgensel bulanık sayı [86]	33
Şekil 5.1. Lingo çıktı görüntüleri	76



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Dickson tarafından belirlenen tedarikçi seçim kriterleri [38]	14
Tablo 4.1. DEMATEL metodu karşılaştırma skalası [81]	30
Tablo 4.2. Dilsel terimler ve üçgensel bulanık sayılar [82]	32
Tablo 4.3. Karar kriterlerinin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar [91]	40
Tablo 4.4. Alternatiflerin değerlendirilmesi dilsel ifadeler ve üçgensel bulanık sayı olarak karşılıkları	40
Tablo 5.1. Tedarikçi seçiminde kullanılacak olan kriterler.....	48
Tablo 5.2. Ana kriterlerin karar vericiler tarafından dilsel karşılaştırmaları	50
Tablo 5.3. Ana kriterlerin karar vericiler tarafından verilen dilsel değerlerin üçgensel bulanık sayı karşılıkları	51
Tablo 5.4. Karar Verici 1' e göre ana kriter değerlerinin üçgensel bulanık sayı değerleri.....	53
Tablo 5.5. KV1 bulanık değerler matrisi için u ve r değeri hesaplama	54
Tablo 5.6. Karar Verici 1' e göre ana kriter değerlerinin üçgensel bulanık sayı değerlerinin normalleştirilmiş matrisi	54
Tablo 5.7. Ana kriterlerin diğer karar vericilere göre normalleştirilmiş matrisleri .	55
Tablo 5.8. Karar vericilerde elde edilen ortalama normalleştirilmiş matris	57
Tablo 5.9. Toplam ilişki matrisi	58
Tablo 5.10. Ana kriterler için ve değerleri	59
Tablo 5.11. Ana kriterler için $D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerleri hesaplaması	60
Tablo 5.12. Alt kriterlerin normalize ağılıkları ve son ağırlık değerleri tablosu; ...	60
Tablo 5.13. Uygulanan bulanık dematel yöntemi sonrasında elde edilen kriterlere ait ağırlık değerleri	61
Tablo 5.14. Karar vericiler tarafından alternatiflerin kriterler bazında dilsel değerlendirilmesi	62

Tablo 5.15. Elde edilen Normalize Edilmiş Karar Matrisi	65
Tablo 5.16. Elde edilen Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi	66
Tablo 5.17. BPİÇ' ten olan uzaklık	69
Tablo 5.18. BNİÇ' ten olan uzaklık	69
Tablo 5.19. di* ve di- değerleri	70
Tablo 5.20. Alternatiflerin yakınlık katsayıları	70
Tablo 5.21. Tedarikçilere ait değerler	71
Tablo 5.22. Ürün çeşitlere ait değerler	71
Tablo 5.23. Tedarikçi bazında verilmesi gerekli olan sipariş adetler	76



ÖZET

Anahtar kelimeler: tedarikçi seçimi, bulanık mantık, dematal yöntem, topsis yöntem, doğrusal programlama

Günümüzün sürekli artan rekabet ortamında işletmelerin başarıya ulaşarak yüksek performans gösterebilmeleri sadece kendi performans seviyelerine bağlı değildir, birlikte çalıştıkları tedarikçi zinciri üyelerinin performansları işletmenin başarısına etki etmektedir. Bu neden ile Tedarikçi Zinciri Yönetimi işletmelerin hedefledikleri başarılarla ulaşabilmeleri adına önemli bir unsur haline gelmiştir. Tedarikçi seçim problemleri birçok sayıda kriteri barındıran problemlerdir. Yapılan bu çalışmanın amacı tedarik zincirindeki performans değerlendirilmesini sağlamak; bunun için otomotiv yan sanayide faaliyet göstermekte olan bir firmada; yeni devreye girecek olan bir projede kullanılmak için en iyi tedarikçi seçimi ve optimum sipariş miktarı belirlenmesi hedeflenmiştir. Problemin çözülmesi adına ilk kısımda tedarikçi değerlendirmede kullanılan kriterlerin ağırlık değerleri bulanık DEMATEL yöntemi ile belirlenmiş olup; tedarikçilerin bu kriterler altında değerlendirilip sıralanmasında ise bulanık TOPSİS yöntemi ile uygulanmıştır. İkinci kısımda ise; bulanık çok amaçlı doğrusal programlama yöntemi ile tedarikçilere optimum sipariş miktarlarının atanması gerçekleşecektir. Bu yöntem ile firmaya yeni projede malzeme seçimi konusunda öneride bulunulmuştur.

SUPPLIER SELECTION USING FUZZY DEMATEL AND FUZZY TOPSY METHODS AND OPTIMUM ORDER AMOUNT DETERMINATION BY FUZZY LINEAR PROGRAMMING

SUMMARY

Keywords: supplier selection, fuzzy logic, dematal method, topsis method, linear programming

In today's ever-increasing competitive environment, the high performance of the enterprises is not only dependent on their performance level, but the performance of the supplier chain members they work with affects the success of the enterprise. For this reason, Supply Chain Management has become an important element for enterprises to reach their targets. Supplier choice problems are problems that involve many criteria. The aim of this study is to provide performance evaluation in the supply chain; a company operating in the automotive sub-industry for this; It is aimed to determine the best supplier and the optimum order quantity for use in a new project. In order to solve the problem, the weight values of the criteria used in the supplier evaluation in the first part were determined by the Bulanik DEMATEL method. the suppliers were evaluated under these criteria and were applied with the Fuzzy TOPSIS method. In the second part; With the fuzzy multi-purpose linear programming method, the optimum order quantities will be assigned to the suppliers. With this method, the company was advised about the selection of materials in the new project.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzün rekabetçi ortamında işletmelerin başarılı olabilmesi için tedarikçi seçimi oldukça önemlidir [1].

Son zamanlarda artan küreselleşme, piyasadaki rekabet şartları sebebi ile işletmeler değişen müşteri taleplerine en kısa sürede ve hızlı bir şekilde cevap verebilme zorunluluğu gerektirmektedir. Seçilen uygun tedarikçi ile işletmeler bu ve benzeri durumlarda esnekliğe sahip oldukları için rekabet güçlerini de artırabilme olanağına sahip olabilecektir [2]. Tedarikçi seçiminin amacı, işletme tarafından ihtiyaç duyulan gereksinimleri kabullenebilir bir maliyet ile karşılayabilen, potansiyeli yüksek tedarikçileri seçip, iş bir birliğinde bulunmaktır [3]. Doğru yapılan tedarikçi seçimi; tüm zincirinin rekabet edilebilirliği arttığı için işletmenin amaç ve hedeflerine uygun olarak ilerlemesini ve piyasadaki rekabet yeteneğinin de artmasını sağlayacaktır [2].

Çalışmada öncelik ile tedarik zinciri ve yönetimi, tedarikçi seçim problemleri, bulanık mantık, TOPSİS ve DEMATEL yöntemler ile bulanık doğrusal programlama yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Sonrasında uygulamanın yapıldığı firma amaç ve hedeflerine uygun tedarikçinin seçimi için bulanık dematel ile kriter ağırlıkları hesaplanarak, hesaplanan ağırlıkların kullanılması, bulanık topsis yöntemi ile tedarikçilerin değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Son bölümde tedarikçiler için bulanık doğrusal programlama yöntemi ile optimum sipariş miktarı hesaplanması gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 2. TEDARİK ZİNCİRİ VE YÖNETİMİ

2.1. Tedarik Zinciri

Tedarik zincir içinde yer alan lojistik hizmet sağlayıcılarını, dağıtıcıları ve perakendeciler ve bunlar arasında oluşan ürün, malzeme ve bilgi akışından oluşan üyeler kümesidir [4].

Tedarik zinciri terimi ürünün veya tedarikin bir zincir boyunca tedarikçiden üreticiye, dağıtıcıya, perakendeciye ve müşteriye doğru olan hareketinin görüntüsünü akla getirir. Tedarik zincirlerinin asıl amaçları oluşan toplam değerleri maksimize etmektir. Tedarik zinciri tarafından yaratılan değerler; müşteriye ulaşan son ürün ile tedarik zincirinin müşterinin isteğini gerçekleştirmeye çalışan müşterilerin göstermiş olduğu çaba arasındaki farktır [5]. Firmalar sağladığı kazançları ve oluşan giderlerini optimize ederek kontrol altına almak için, arayışlara girerek yazılım teknolojilerini de harekete geçirip yeni eğilimlerin var oluşuna, yeni kavramların tanımlanmasına sebep olmuşlardır. Tedarik zinciri; İnternet'in kullanılabilir gücünü, yeni iş süreçleri ile karıştırmayı sağlayarak, eski şirket limitlerini ve coğrafi engellemeleri ortadan kaldırıp, işletmenin eylemlerini destekleyen ve hedeflerine ulaşmasına yardımcı olan bir teknolojidir [6].

2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi

2.2.1. Tanımı

Doğru zamanda doğru ürünlerin, doğru yerde, uygun fiyatlar ve maliyetler ile elde edilerek; aradaki malzeme, bilgi, para akışından oluşan bütünleşmiş sistemler, TZY 'yi ifade etmektedir [7].

Tedarik zinciri yönetiminde, malzemenin temin edilerek nihai müşteriye ulaştırılncaya kadar olan döngüde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşterileri öğelerinin kendi içindeki para, bilgi ve malzeme yönetimi sağlanmaktadır [8].

Değişkenlere daha hızlı adapte olunması; firma yatırımlarının doğru zaman ve doğru kaynaklar ile sağlanması; döngü içerisindeki kişisel iletişim yerine daha çok resmiyete dayanan kurumsal iletişime geçilmesi, maliyet avantajlarının etkin değerlendirilmesi, tedarik zinciri yönetimi tarafından sağlanan faydalardandır [9].

İşletmeler müşteri istek ve taleplerini karşılamak için tedarik zinciri yönetiminden yararlanmaktadır. Çünkü ürünlerin yer aldığı tedarikçilerden üreticilere, üreticilerden de tüketicilere oluşan döngü içerisinde, yerine getirilen satın alma işlemi, depolama faaliyetleri, satma işlemlerinin tamamı tedarik zinciri faaliyeti olup, tedarik zincirinin etkin bir biçimde yönetilebilmesi işletmenin amaçlarına ulaşmasında kolaylık sağlamaktadır. Tedarik zinciri yönetimin ulaşmak istediği hedeflerden biride; talep karşılama sürelerinin kısalmasına eş zamanlı olarak, satış ve dağıtım faaliyetlerinin öncesinde üretim hattı boyunca zamanında üretimi gerçekleştirmektir [9].

TZY ‘nin niçin gerekli olduğu aşağıdaki gibi özetlenir [10];

- TZY amaçlarından biri olan, yoğun rekabet ortamında; yüksek seviyede müşteri hizmeti gerekli olması.
- Ekonominin sürekli gelişim göstermesi ve ürün taleplerinde oluşan artışlar.
- Tam zamanında üretim prensiplerinin uygulanması ve; hızlı değişiklik gösteren taleplerin karşılanabilmesi.

2.2.2. TZY amacı

Tedarik zinciri yönetimi, firmadaki bir ürünün oluşmasında etkili olan her bir organizasyonun aynı amaçlar doğrultusunda ilerleyerek, en etkin maliyet, zaman vb. yollarının seçilmesini amaçlamaktadır [11].

Amaç; olduğundan fazla kar elde etmek; çalıştığı müşterilerin memnuniyetini artırmak ve devamlılığını sağlamaktır. Bunun içinde doğru zamanda, doğru yerde ve talep edilen şartlara uygun şekilde ürünleri sağlayarak; işletmelerin rakiplerinden üstün olması ve müşteri bazlı çalışması hedeflenmektedir [12].

Tedarik zinciri içinde yer alan her bir üye, hem kendi performansı hem de, diğer üyelerin performanslarını etkilemektedir. Birinin başarısızlığı tüm zinciri olumsuz etkilemektedir. Bu sebepten dolayı da tedarik zinciri yönetimi içerisinde yer alan tedarik zinciri üyelerinin performanslarının değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Üretici, dağıtıcı, tedarikçilerden oluşan, tedarik zinciri performans değerlendirilmesi, tedarik performansı, üretim performansı ve dağıtım performansı olmak üzere üç grupta incelenir [11].

TZY temel amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir [13];

- Tedarik zinciri ögeleri arasında malzeme, bilgi, servis ve nakit akışını sorunsuz olarak gerçekleştirmek,
- En minimum stok maliyetlerini elde etmek,
- Ürününler geliştirmek ve kalitesini korumak,
- Karşılıklı güven ortamı oluşturarak, tedarikçi ile olan iletişim düzeyini geliştirmek,
- İhtiyaç doğrultusunda temin edilen hammadde, mamul, yarı mamul ve hizmetleri maliyetlerinin en düşük düzeyde tutmayı sağlayabilmek,
- Piyasadaki firmanın rekabet gücünü artırabilmek,
- İşletmenin karını artırmak,
- İşletme değerini yükseltmek,

- İşletmenin pazar payını artırmak,
- Minimum üretim gideri ile çalışmak.

2.2.3. Tedarik zinciri yönetiminin süreçleri

Tedarik zinciri, günümüzün hızlı değişen koşullarında bir zorunluluk olarak meydana gelmiştir. Değişen rekabetçi ortamda kullanıcı öğelerin isteklerine hızlı cevap vererek, tasarımda, planlamada ve operasyonda işletmeler tedarik zinciri süreçlerini devam ettirmelidir [14].

İşletmeler; tedarik zinciri süreçlerinde, süreci doğru yönetmeyi sağlayarak ürünün kalitesini yükselterek, üretim maliyetlerini düşürmelidir. İşletmeler tarafından süreç doğru yönetilemezse üretim sebepli hataların oluşmasına neden olunur ve bunun ile birlikte hedeflenen ürün kalitesini karşılamakta sorunlar çıkar. Bundan dolayı süreçlerin başarıyla yönetilmesi tedarik zinciri için kritik önemlidir [15].

TZY süreçleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır [16];

- Müşteri ilişkileri yönetimi
- Müşteri hizmet yönetimi
- Talep yönetimi
- Sipariş işleme
- İmalat akış yönetimi
- Satınalma / Tedarikçi ilişkileri yönetimi
- Ürün geliştirme ve ticarileştirme
- İadeler

2.2.3.1. Müşteri ilişkileri yönetimi

Müşteri ilişkileri yönetimi, işletme içindeki müşterileri bölümlerinin, müşterilerin ihtiyaç ve talepleri doğrultusunda ürün ve hizmet anlaşmaları oluşturulur. Taleplerde oluşan değişkenliği ve değer sağlamayan faaliyetleri azaltmayı amaçlanır [17].

Müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak ürün ve hizmetler anlaşmalarını müşteri yönetimi işletmeyi tanımlamak için hazırlamaktadır. Müşteri yöneticileri tarafından süreçleri iyileştirmek, taleplerde olan değişkenliği ve değeri olmayan faaliyetleri azaltmak için çalışmalar müşteriler ile işbirliği içinde ilerlemelidir. Faaliyet raporları ile müşteri karlılık ve müşteri memnuniyet değerleri, raporlanır [18].

2.2.3.2. Müşteri hizmet yönetimi

Müşteri hizmet yönetimi, işletmenin birebir müşteri ile karşılaştığı yerdir ve müşteri bilgisinin en önemli kaynağı olarak ifade edilebilir [19].

Müşteriler kaliteli ürün almanın yanında, işletmeye güven duymayı arzu eder. Müşterilerine ilgi göstererek güler yüz ile karşılayan, siparişlerde tam zamanında teslimat sağlayan ve iade oranları düşük olun işletmeler kendilerini rakiplerinden mükemmel hizmet yönetimi sağlamak konusunda ayırmaktadır [15].

2.2.3.3. Talep yönetimi

Talep yönetimi sürecinde, müşterinin oluşan ihtiyaçları ile firmanın tedarik kapasitesi birbiri ile denge içinde olması gereklidir. Bu süreç; talep tahmini yaparak, tahminle üretimi sağlamak ve sonrasında da tedarigi ve dağıtımı senkronize etmeyi içermektedir. Ayrıca bu süreç faaliyetler durduğunda acil eylem planlarının geliştirilmesi sağlayarak ve yürütülmesiyle de ilgilidir [16].

İlk olarak önceki veriler, satış tahminleri, tutundurma planları, işletme hedefleri, pazar payı bilgisi, pazar araştırması gibi bilgilerin toplanması ile talep öngörülme çalışmaları yapılır. Yapılan öngörüler ile, müşteri hizmetleri yönetimi, üretim akışı, ürün geliştirme ve ticarileştirme süreçlerine ulaştırılır ve işletmenin üretim, kaynak ve dağıtım kapasiteleri ile eşleştirilir. Ayrıca arz ve talep dengesini bozabilecek iç ve dış faktörler göz önüne alınarak müşteri ilişkileri yönetimi sürecinin belirlediği müşteri beklentileri ile uyum halinde bir alternatif plan oluşturulur [10].

Talep yönetiminde önemli bir etkende, esneklik arttırılarak, oluşan değişkenliklerin azaltılma çalışmalarıdır. Oluşacak değişiklik ve belirsizliklerin en aza indirilmesini sağlayabilen tedarik zinciri, rekabet ortamında daha fazla başarıya ulaşacaktır [20].

2.2.3.4. Sipariş işleme

Tedarik zincirinin önemli unsurlarında biri, müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilmek için siparişleri karşılayabilmektir. Etketif sipariş karşılamayı sağlayabilmek için işletmenin üretim pazarlama, lojistik gibi önem arz eden faaliyet planlarının yapılması gereklidir. Firmalar tedarik zinciri döngüsünde yer alan temel üyelerle ortaklıklarını geliştirip müşterinin ihtiyaçlarını karşılamasını sağlamalı ve müşterilere olan toplam teslim maliyetini azaltmayı hedeflemelidir [16].

Tedarik zinciri yönetiminin en önemli noktası, müşterinin taleplerinin zamanında sağlanabilmesidir. Müşteri siparişlerin istenilen zamanda tamamlanması, işletmenin üretim, lojistik ve pazarlama planları ile bir bütün oluşturmaya bağlıdır. Aynı zincir içerisinde yer alan üyelerin, müşteri ihtiyaçlarını karşılayarak, maliyetlerini düşürebilmesi için karşılıklı ortak ilişkilerini geliştirmeleri gereklidir. İlk müşteri hizmetlerinden alınan bilgi ve siparişler toplanarak işlemesi sağlanır. Stok kontrolleri sağlanarak üretim sürecine aktarım yapılır ve dokümantasyona işlenir [10].

2.2.3.5. İmalat akış yönetimi

İşletmeler imalat akış yönetimi sürecini aktif bir şekilde kullanım sağlar ise üretim miktarını yükselir ve işletme verimliliğinde de artış gerçekleşir. Bu süreçte amaç; pazarlama, lojistik, satın alma, üretim faaliyetlerini baz alarak üretimin yapısına karar vermektir [15].

Ürünlerin; esnek üretim sağlayabilmesi, uygulanması ve yönetilmesi sonrasında fabrikalardan taşınması ile ilgili tüm faaliyetler üretim akış yönetimi, kapsamaktadır [21].

Üretim akışının stratejik düzeyde amacı; müşterilerin ihtiyaçlarını ve taleplerini karşılamak için ihtiyaç olan üretim altyapısını belirlemektir. Bu süreç, satın alma pazarlama, imalat, lojistik faaliyetlerinden fonksiyonel iş stratejilerine kadar gözden geçiren ekiple başlangıç sağlanmaktadır. Bu stratejiler, üretim akışını operasyonel olana kadar; ihtiyaç duyulan üretim teknolojisindeki uzmanlık, değişiklik değerlerini tanımlamaya yardımcı olmaktadır [16].

2.2.3.6. Tedarikçi ilişkileri yönetimi

Tedarikçi ilişkileri yöntemi; işletme için alınan ürünün alındığı fiyatını, tedarikçi kaynaklı oluşabilecek riskleri, satın alması gerçekleşecek ürünün müşterinin talep ettiği kalite standardına uyumu, aynı şekilde alınacak ürünün zamanında meydana gelen değişiklikleri yönetebilmeyi sağlayan bir sistemdir. İş birliği içinde çalışan firmalar bilgi akışını karşılıklı sağlayarak; yakın ilişkiler kurabilirler ise başarılı olabilmektedirler [15].

İşletmelerin müşteri ile olan ilişkilerini geliştirmeleri kadar tedarikçi ile olan ilişki geliştirmeleri de önem arz etmektedir. Karşılıklı çalışına her bir tedarikçi ile ilişki kuralları oluşturulmalı, ürün ve hizmet için karşılıklı anlaşmalar yapılmalıdır. Tedarikçiler bu belirlenen kural ve anlaşmalara uymalıdır. Tedarikçi ilişki yönetimi ürün ve hizmet anlaşmalarını tanımlayarak, işletilmesinden yükümlüdür [18].

Bir şirketin tedarikçileri ile olan etkileşimini tanımlayan süreç tedarikçi ilişki yönetimidir İsminden de anlaşılacağı gibi, müşteri ilişkileri yönetiminin bir ayna görüntüsüdür. Şirketlerin müşterileriyle ilişkilerini geliştirmesi gerektiği gibi, tedarikçileriyle ilişkileri güçlendirmesi de önemlidir. Bir müşteri ilişkileri yönetimi söz konusu olduğunda, şirket tedarikçilerinin bir kısmı ile yakın ilişkiler kurmalı ve diğer kalanları ile daha geleneksel ilişkiler kurması uygundur [16].

2.2.3.7. Ürün geliştirme ve ticarileştirme

İşletmenin başarısını devam ettirebilmesinde ürün geliştirme kritik önemdedir. Bu kapsamda yeni ürün geliştirme yaparak, geliştirilen ürünleri etkin bir şekilde pazara sunmak işletmenin başarısının temel parçasını oluşturulur. Bu sürecin kritik hedefi pazara girme zamanlamasıdır. Tedarik zinciri yönetimi, pazara ürün sunma zamanını azaltma sağlamak için tedarikçilerin ve müşterilerin ürün geliştirme sürecine entegre olmasını amaçlarlar. Döngü süresindeki kısaltmalar dışında, rekabeti devam ettirebilmek için doğru ürünler geliştirilerek, geliştirilen ürün başarılı şekilde piyasaya sürülmesi önemlidir [16].

Bu süreç, firmanın rekabetçi üstünlüğünü devam ettirebilmesi ve pazara ürünün zamanında sunulabilmesi için önemlidir. Müşterilerin ihtiyaçlarının belirlenmesi için ürün geliştirme ve ticarileştirme sürecinde; müşteri ilişkileri yönetimi ile koordineli çalışılmaktadır [10].

2.2.3.8. İadeler

Tedarik zinciri yönetiminin kritik bir parçalarında iade yönetimidir. Geri dönüş süreci birçok firma tarafından ihmal edilse bile; iade yönetimi firmalara sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamada yardımcı olmaktadır. Geri dönüş sürecinin etkin yönetimi, firmanın verimlilik geliştirme fırsatlarını ve çığır açan projeleri tanımlamasını sağlar [22].

İade Yönetimi, tersine lojistik, iade akışı, tersine kanalları ile giren ürünlerin ayıklanması gibi kavramlar ile ilişkili tüm aktiviteleri bünyesinde içerir.

Etkin bir iade yönetimi ile geri dönen ürünlerin sonraki tedarik zincirine zaman kaybetmeden, yenilenerek veya onarılarak entegre edilmesiyle işletim maliyetlerinin azaltılması, günü geçerek, hatalı ürünlerin çıkarılması ile oluşacak ek maliyetlerin en aza indirilmesi işletmeler için önemli bir gelir sağlamaktadır [23].

2.2.4. Tedarik zinciri yönetiminin avantajları ve dezavantajları

Günümüzde sürekli artan rekabet ortamı, gelişen hızlı teknoloji ve tedarik zincirindeki karmaşıklığın sürekli artması vb. gelişmeler, işletmelerin tedarik zinciri çalışmalarını ve hedeflerini yeniden gözden geçirmelerin sebebiyet vermektedir. Değişen bu koşullarda rekabet edebilmenin önemi unsuru için tedarik zincirlerin etkin yönetimidir [24].

TZY sayesinde, işletmeler tüm faaliyetlerini kapsayacak şekilde planlama yapılmasına ve böylelikle hepsini ortak bir faydada buluşturmaktadır. Buradan elde edilecek olan ortak fayda, günümüzde rekabette önemli olan kalite, hız, maliyet ve güvenilirlik konularında avantaj sağlamaktadır [25].

Tedarik zinciri yönetimi sayesinde fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktılar gelişmesini sağlamaktadır buda yüksek performanslı bütünleşmiş uygulamalar oluşmasını sağlamaktadır.

Bu uygulamaları; çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temeldir. Tedarik zincirinde yer alan üyeler; sanayinin gelecek hedeflerini ve araştırmalarını en iyi uygulamalar içinde birleştirmeyi sağlar ve böylelikle beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün bölümlerde ortaya çıkmaktadır [26].

TZY gereksiz kaynak kullanımını azaltma; zaman israflarından kaçınma başlıca yararlarından da olsa daha birçok yarardan bahsedebiliriz. Aşağıda bazı yararları yer verilmiştir [27]:

1. Teslimat performansının iyileşme sağlanması
2. Stok seviyelerinin azalması
3. İşletme içi çevrim süresinin kısılması
4. Tahmin doğruluğunun artması
5. Tedarik zinciri döngüsü içerisindeki verimliliğin artması
6. Tedarik zinciri döngüsü içerisindeki maliyetlerin düşmesi

7. Kapasite gerçekleşme oranının artması

Tedarik zinciri yönetimi; bazen öncelikli faaliyetler sebebi ile çok zaman kaybı oluşur ve bu nedenle beklenen seviyede tedarik zinciri yönetim uygulaması elde edilemez. Yanlış girişimler üzerine yoğunlaşma gereksiz masraflara neden olmaktadır [28].

Tedarik zincirinde ortak yürütölen işletmeler arası gizli ilişkiler mevcuttur, bu iş birliğinde güçlü olan alıcının, gücünü kullanarak orta dönemde diğerk ortakları için olumsuz sonuçlar oluşturması olasıdır. Bunun yanında oluşabilecek diğerk olumsuzluklar aşağıdaki gibidir [29];

- Müşteri ihtiyaçlarının yetersiz ve yanlış anlatımı
- Yanlış teslim durumları
- Bilgi sisteminin verimsizliği
- Oluşan belirsizliklerin ihmal edilmesi
- Envanter stoklama prosedürleri
- Zayıf koordinasyon
- Tedarik zincirini dikkate alınmadan yapılan ürün ve süreç tasarımı
- Tamamlanmamış tedarik zinciri döngüsü
- Gereksiz bilgi yüklenmesi
- Esneklik göstermeyen sistemler

2.3. Tedarikçi Seçimi ve Performans Değerkendirme

2.3.1. Tedarikçi seçimi

Rekabetin çok yoğun yaşandığı günümüz pazarlarında, işletmelerin başarılarında en uygun tedarikçilerin seçimi büyük önem taşımaktadır. Firma kriterlerine uyum sağlayan tedarikçiler ile çalışmak, işletmenin rekabet edebilirliğini, dolayısıyla Pazar paylarını önemli derecede etkilemektedir [30].

Maliyet, kalite, performans, teknoloji gibi bir çok kriter içeren tedarikçi seçimi, önemli bir karar problemi olarak ele alınır. Maliyet dediğimiz de sadece malzeme maliyeti değil; idari maliyetler; oluşan bakım maliyetleri, iyileştirme ve geliştirme içi harcanan maliyetler ele alınması gereklidir. Bu sebepten öncelik ile tedarikçi seçimi uygulamaya başlamadan önce performans için önemli kriterlerin değerlendirilerek sıraya konulması gereklidir [31].

2.3.2. Tedarikçi seçimi ve önemi

Performans değerlendirmeleri; yapılan için ne kadar iyi yapıldığını, istenilen hedeflere ulaşp ulaşmadığı, müşterilerin isteklerinin olup olmadığı, süreçlerin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığı ve iyileştirmelerin nerede gerekli olduğu konusunda ilgi yansıtmaktadır [32].

Tedarikçi seçim karar verilir iken dikkat edilmesi gerekenler [33];

- Ürünlerin birçoğu, temelinde satın alınan materyallerden oluşur.
- Tedarikçiden temin edilen malzemenin kalitesi önemlidir.
- Tedarikçi seçimi durumu önemlidir.
- Rekabetken oluşan indirimleri kullanmak yerine, akılcı tedarikçi seçimi tercih edilmelidir.

Müşterilerin, işletmelerden ana beklentisi; kalite seviyesi yüksek, uygun fiyatlı ve zamanında teslim edilen ürün temin edebilmektir. Üretim aşamalarının hammaddeyi temin ile başladığı ve hazır olan ürünü teslim ile son bulduğunu göz önüne alır isek, yukarıda belirtilen beklentilerin karşılamasında tedarikçi seçiminin başlangıç noktası olduğunu fark ederiz. Çünkü müşteri beklentileri; temin edilen hammaddenin kalite, fiyat teslimat gibi unsurlardan direk etkilenmektedir [34].

Mevcut tedarikçileri değerlendirmede kullanılan kriterler; işletmenin amacını gelecek hedeflerine göre farklılık gösterebilir, işletmelerin ihtiyaçlarına göre farklılık

gösterse de ortak amaç kriterlere uyum sağlayan tedarik etme oranı yüksek olan tedarikçileri sıralamak ve en iyisini seçmektir.

Tedarik etme olasılığı yüksek tedarikçileri saptamak ve bunların arasından en iyisini seçebilmektir. Tedarikçi seçimi problemi karmaşık problemler sınıfındadır. Bunun üç temel nedeni bulunmaktadır [35].

- Tedarikçi seçiminde çok sayıda kriter ve alt kriterlerin bulunması ve bu kriterlerin bazılarının nitel bazılarının da nicel değerler alması,
- Seçim aşamasında bazen birbiriyle çelişkili ve bazen de birbirini tamamlayan kriterleri yer alması,
- Tedarikçi sayısının çok fazla olması

İş birliği için seçilen doğru tedarikçi, oluşacak olan maliyetleri azaltmayı sağlar iken, karşılıklı memnuniyeti arttıracak ve rekabet tecrübelerinin gelişmesini sağlayacaktır. Tedarikçi yalnızca bir faaliyeti gerçekleştirmek ile kalmamalı, aynı zamanda işletmenin amaç, hedef, misyon ve kültürünü de anlayabilmelidir. Bunlara ilave olarak tedarikçi, yeniliklere, müşteri taleplerine ve kaliteyi geliştirmeyi sağlayacak yeterliliklere sahip olmalıdır [36].

2.3.3. Tedarikçi seçim kriterleri

Literatürde kriterlerle ilgili yapılmış bazı çalışmalar ve sınıflandırma örnekleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlilerinden biri Dickson (1966) tarafından yapılan çalışmadır [37].

Dickson yaptığı çalışmasında elde ettiği değerler Tablo 2.1.'de belirtildiği gibidir. Yapılan çalışmalar da çalışmaya göre, en önemli ilk dört kriter; ürünlerin kalitesi, zamanında teslim, tedarikçinin geçmiş performansı ve tedarikçi garanti politikası olarak sıralanmıştır [38].

Tedarikçi değerlendirilmesinde çok çeşitli kriterler belirlenmiştir ve bu ölçütler sıraya göre, kalite, teslimat, fiyat/maliyet, üretim kapasitesi, hizmet, yönetim, teknoloji, arge, finans, esneklik, ilişkiler, ün, risk ve güvenlik ve çevre yer almıştır [39].

Tablo 2.1. Dickson tarafından belirlenen tedarikçi seçim kriterleri [38]

Sıra	Faktör	Sıra	Faktör
1	Kalite	13	Yönetim Ve Organizasyon
2	Teslimat	14	Faaliyet Kontrolü
3	Performans Geçmişi	15	Onarım Hizmet
4	Garanti ve Tazminat Politikaları	16	Tutum
5	Üretim Tesisi ve Kapasite	17	Etki
6	Fiyat	18	Paketleme Yeterliliği
7	Teknik Yeterlilik	19	İşçi işveren ilişkisi
8	Finansal Durum	20	Coğrafi Konum
9	Usule Ait Uygunluk	21	Geçmiş Dönem İş Miktarı
10	İletişim Sistemi	22	Ürün için Eğitim
11	Piyasa İtibarı	23	Karşılıklı Düzenlemeler
12	İş Arzusu		

2.3.3.1. Kalite

Tedarik zincirinde; kalite üretici firma sorumluluklarında olmasına rağmen, mamul üretiminde kullanılmak üzere parça, yarı mamul ve malzeme sağlayan tedarikçinin de bu sorumlulukta yer almaktadır. Tedarikçinin oluşturduğu üretim yeteneği aynı zamanda nihai ürün kalitesinin de belirlenmesini sağlar. Kalite kriteri, ürün kalite oranlarını, üreticinin kalite gereksinimlerine uygun sipariş oranları, oluşan geri iade oranlarını kapsamaktadır, Bitmiş ürün kalitesi, tedarikçi firmanın üretim kabiliyetleri tarafından belirlenmektedir [40].

Tedarikçinin verdiği iyi hizmet tedarikçi seçiminde önemli bir kriterdir ve tedarikçi performansının müşteri tarafından yüksek olarak değerlendirilmesinde önemli arz eder. Servis kriteri, tekstil sektörü için, iletişim, hızlı geri dönüş, esneklik öğelerini içerir [41].

2.3.3.2. Fiyat

Firmalar karlarında artış sağlamak için kullandıkları alt malzemelerde olabildiğince düşük fiyata sağlamak isterler. Üretimdeki ürünlerin maliyetlerini; düşük fiyatlı malzeme temini ile minimize etmeyi hedeflerler. Bu kriter de tedarikçilerin daha uygun fiyat vermesi ve alınacak ürün miktarlarına göre oluşan indirim uygulamalarından oluşmaktadır [41].

Özelikle firmalar rekabet yoğunluğunun çok olduğu bu dönemde yüksek performans ve kara geçiş için düşük birim fiyatı öncelik almaktadırlar [42].

2.3.3.3. Teslimat

Tedarikçinin sipariş açılır iken tespit edilen teslimat süresine uyma kabiliyeti tedarikçi seçiminde ve karşılıklı ilişkilerin değerlendirilmesinde ve devamlılığının sağlanmasında önem arz etmektedir. Tedarikçi firmalar müşterilerin istediklerine göre oluşturdukları teslimat çizelgelerini izleyerek zamanında eyleme dönüştürme yeteneğine sahip olmalılar. Satın alınacak ürün güvenilir bir şekilde ve zamanında teslim edilmelidir [41].

2.3.3.4. Esneklik

Tedarikçi esnekliği, tedarikçinin ani oluşan isteklerine, hızlı bir şekilde cevap verebilmesi olarak tanımlanabilir. Tedarikçiler yerine getirebilir ise; müşterilerin beklentilerini hatta daha da fazlasını sağlama şansını elde etmiş olup, böylelikle müşteri tarafından oluşturulan performans değerlendirmeleri de yükselir [43].

Esneklik değerlendirilmesinde aşağıdaki durumlarda dikkate alınmalıdır [44];

- Acil çıkan ihtiyaçların karşılanması
- Ani oluşan değişikliklerin karşılanabilmesi
- Ani oluşan miktar (hacim) değişikliklerinin karşılanması

- Sözleşmelerde yapılan değişikliklere uyum sağlanması

2.3.3.5. Hizmet

Tedarikçinin sağladığı iyi hizmet tedarikçi seçiminde önemli bir ölçüt olup; müşteri tarafından oluşturulan tedarikçi performansının yüksek değerlendirilmesinde önemlidir. Ayrıca; servis ölçütü, satış sonrası sağlanan teknik servisi, taşıma problemleri sigorta işlemleri ve üretici firmadan gelen şikâyetlere ilgili göstertmesini içermektedir [41].

Satış elemanının iletişim için attığı adımla ile hizmet başlar. Siparişlerin etkili bir şekilde ve zamanında değerlendirilmesi, ürünün özelliklerindeki veya lojistik talimatlarındaki değişimlere verilen tepkiler, nakliye performansı, doğru faturalama vb. ile devam eder. Ürünün kullanımı için verilen teknik destek, müşteri şikâyetlerine karşı hızlı dönüş, ihtiyaç olan yedek parçaların hızlı temini tedarikçinin verdiği hizmet kapsamındadır [45].

2.3.3.6. İletişim yeteneği kriteri

Tedarikçi ve alıcı arasında gerçekleşen bilgi akışı, telefon, faks, e-mail, yapılan ziyaretler ile sağlanmaktadır. Sipariş miktarı, kalite, teslimat zamanı ve şekli vb. gibi konularda tedarikçi ve alıcı arasında iletişim açık ve net olmalıdır [45].

2.3.3.7. Teknik kapasite kriteri

Karşılaşılabilecek olan teknik problemleri çözebilme yeteneği; elemanların teknik bilgi yeteneği; araştırma geliştirme birimi faaliyetleri vb. teknik kapasite altında ele alınan kriterlerdir [46].

2.3.3.8. Performans kriteri

Tedarikçinin geçmiş dönem tecrübelerinden gelen, güvенеbilirlik, dürüstlük, olumlu yaklaşım gibi özellikleri geçmiş dönem performans kriteri altında ele alınır. Geçmiş dönem performansı tedarikçinin rekabetçi yapıya sahip olup olmadığının değerlendirilmesini yansıtır [46].

2.3.3.9. Finansal durum kriteri

Likidite, finansal durum ve kredi derecelendirme politikaları finans kriteri altında ele alınmaktadır. Finansal istikrar, uzun dönem tedarikçi stratejisi için önemlidir [46].

2.3.3.10. Tesis özellikleri kriteri

Tedarikçinin kapasitesi ekipman durumu, işgücü, yerleşim ve konumu tedarikçinin değerlendirmede kullanılan diğer kriterlerdir. Müşteri taleplerindeki değişim sebebi ile ürünlerde oluşan farklılaşma gerekir ise yeni ürün geliştirme ihtiyacına karşılık verebilmek için tedarikçinin kapasite ve işgücü olarak yeterli olması önemlidir [46].

2.3.3.11. Üretim yeteneği kriteri

Tedarikçi firmanın üretim yeteneği tedarikçi belirlenmesinde önemli ölçütlerden biridir. Uygun teçhizata sahip, modern bir üretimi olan tedarikçinin zamanında yeterli miktarda ve kaliteli ürün temin etmesi mümkündür. Tedarikçinin üretimini sürekli kontrol altında tutabilmeli ve gerçekçi bir üretim çizelgesine sahip olmalıdır. Doğru yeteneklere sahip yeterli çalışanın olması da tedarikçi için olumlu bir yandır. İstenen kalitedeki ürünlerin sürekliliğini sağlamak için kalite güvence sisteminin olması da tedarikçi seçiminde etkilidir [45].

2.3.3.12. Yönetim yeteneği kriteri

Firmanın etkinliği; yönetimin sermaye, personel ve ekipmanı, planlama, örgütlenme, düzenleme ve kontrol etme kabiliyetleri ile belirlenir. Yönetim değişik derecedeki faaliyetler ile kullanılabilir kaynakları bu amaçla değerlendirir. Alıcı firma genellikle tedarikçi firmadaki çalışan-yönetim ilişkisini anlamaya çalışır [45].

2.4. Tedarikçi Değerlendirme Yöntemleri

Tedarikçi seçme yöntemleri; maliyet tabanlı modeller, matematiksel programlama modelleri, istatistiksel modeller, yapay zeka modelleri, çok kriterli karar verme yöntemleri olmak üzere beş ana grupta toplanmaktadır [47].

Degraeve vd., (2000) ise çalışmasında tedarikçi seçim modellerini bir ürünün ve birden fazla ürünün tedariki şeklinde iki sınıfta toplamaktadır. Tedarikçi seçim problemin çözümünde kullanılan teknik dikkate alınarak yapılan diğer sınıflandırmaya göre tedarikçi seçiminde uygulanan modeller [30];

- Yapay zeka ve uzman sistemler,
- Çok kriterli karar verme teknikleri,
- Matematiksel programlama,
- Çok değişkenli istatistiksel analiz olmak üzere dört grupta toplanmıştır.

2.4.1. Matematiksel modeller

Matematiksel programlama modelleri çoğunluk ile birçok tedarikçinin olduğu şartlar altında, hangi tedarikçilerle çalışılacağını belirlemede ve atanacak sipariş miktarını tespit etmek için tercih edilmektedir. Bu modelleme kullanarak karar vericiler ile oluşturulan kısıtlara baz alınarak amaçlarına uygun en iyi sonucu bulma hedeflenir [48].

Matematiksel modeller, karar problemini çözen karar vericiye, matematiksel amaç fonksiyonu olarak tanımlama şansı verir. Tedarikçi seçiminde oluşturulan amaç fonksiyonunda satın alma faaliyetlerinde işletmenin sağlayacağı değer maksimizasyonu veya toplam satın alma maliyetinin minimizasyonu elde edilecek şekilde oluşturulur. Seçim işleminde kullanılan kriterler için tanımlanan minimum gereklilik değerleri de kısıtlayıcıları oluşturur. Matematiksel programlama modellerine, hedef programlama, veri zarflama analizi, taşıma modelleri, doğrusal, doğrusal olmayan modeller örnek verilebilir [49].

2.4.2. Yapay zeka ve uzman sistem modelleri

Yapay zeka, geçmişten gelen bilgileri kullanarak deneme yapılabilen bilgisayar tabanlı modeller olarak tanımlanır. Yöntemin dezavantajı daha önce sistemde tanımlanmayan tedarikçilerin incelenememesidir. Tedarikçi seçimi için kullanılan yapay zeka teknolojisi, sinir ağlarını ve uzman sistemleri içerir. Akıllı yazılım ajanları olarak adlandırılan internet tabanlı teknolojiler; çoğunluk ile ürünlerin tedarikçisini otomatikleştirmek için kullanım sağlar [50].

Wei ve diğ. (1997)'ne göre yöntem olarak yapay sinir ağları, geleneksel yöntemlere karşılaştırıldığında daha fazla zaman ve para tasarrufu sağlayan karar destek sistemidir, geleneksel yöntemlere göre karmaşıklık ve belirsizlik söz konusu olduğunda daha iyi sonuç verirler ancak kalifiye eleman ihtiyacı ve yazılım gerekliliği yöntemin zayıf yönüdür [51].

2.4.3. Maliyet tabanlı modeller

Maliyet tabanlı modellerde tedarikçi seçimi uygulamalarında karşılaştırmalarda maliyet esaslı karşılaştırmalar dikkate alınmalıdır. Tedarikçilere karar verilirken, her bir kriter maliyetinin toplam maliyet içerisindeki yüzdelik oranına bakılarak karar verilmektedir [52].

Maliyete dayalı yaklaşımlar, doğrusal ağırlıklandırma modellerine benzerler. Doğrusal ağırlıklandırma modellerinde tedarikçilerin toplam puan değerleri belirli kriterlere baz alınarak hesaplanırken, maliyete dayalı yaklaşımlarda ise önceden tespit edilen maliyet kalemlerine göre toplam puanları hesaplanır ve son karar bu değerlere göre verilir. Aralarındaki fark inceledikleri değerlerdedir. Maliyete dayalı yaklaşımlar, ölçülebilir maliyet değerleriyle ilgilenecek doğrusal ağırlıklandırma modellerinin içerdiği sübjektifliği gidermek amacını taşımaktadır [53].

Maliyet oranlama ve sahip olmanın toplam maliyeti yöntemlerinde tedarikçiler objektif biçimde değerlendirmektedir. Sahip olmanın toplam maliyeti yöntemi ile tedarikçileri değerlendirmenin işletmeye sağlayacağı faydalar şu şekilde sıralanabilir [54];

- Tutarlı bir tedarikçi değerlendirme ve seçim aracıdır.
- Tedarikçi performans beklentilerini hem işletme hem de tedarikçi için açıklayarak tanımlar.
- Tedarikçiler arasında rekabeti arttırarak tedarikçi performanslarının karşılaştırılmasının önemini arttırır.
- Tedarikçiye performansının faydalı olacağı alanlarda öncelik vererek bu alanlara odaklanır ve maliyet tasarrufu sağlar.
- Alıcı işletmenin tedarikçi performansı konularını ve maliyet yapısını anlamasını sağlar.
- Alıcı işletmeye tedarikçi performansı ve maliyet yapısı konularında bilgi sunarak uzlaşmalarında yardımcı olur.
- Başlangıçtaki yüksek fiyatların, uzun dönemde düşük maliyet yüksek kalite sağlayacağını gösterir.
- Fiyattan daha çok toplam maliyeti önemseyerek, uzun dönemli satın alma uyumu sağlar.

2.4.4. İstatistiksel modeller

Tedarikçi seçiminde, stokastik belirsizliklerin değerlendirilmesinde istatistiksel modeller kullanılırlar. Sipariş süreleri, teslimat ve talep miktarlarında olan belirsizlikler tedarikçi secimi kararlarında göz önüne alınmalıdır [46].

İstatistik model sayesinde, birçok tedarikçinin değerlendirilmesi gerekli olan durumlarda; karar vericiye, bir ön analiz yaparak tedarikçileri sınıflandırma olanağı verir. Bu özelliği sayesinde tedarikçileri değerlendirme faaliyetlerinin daha hızlı yayılmasını sağlamaktadır [55].

2.4.5. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) modelleri

ÇKKV, birbiriyle çatışan birden çok sayıda amacı içeren karar durumları ile ilgili çalışmaları kapsar. Yaşadığımız gerçek dünyada çoğunluk ile tüm amaçlar için optimal olan ideal bir alternatif mevcut değildir. Bundan sebepten; ÇKKV problemlerinin iyi bir uzlaşmacı çözüm bulmak en önemli amaçlarıdır [56].

ÇKKV modellerinde; çoklu kritere baz alınarak sınırlı sayıdaki alternatif kümesini değerlendirme özelliği mevcuttur. Bu problemlerinin ana görevi, izin verilen ölçeklerde alternatiflerin genel tercih değerlerini ölçmeyi sağlamaktadır. Özellik ile; ilk olarak alternatifler her ölçüt açısından değerlendirmesi yapılarak; her alternatifin kriter öncelik puanları hesaplanması sağlanır. Sonrasında bu puanlar genel tercih değerlendirmesinde birleştirilerek her alternatif için genel tercih değerlendirme puanları bulunur [57].

Çok kriterli karar verme; seçim, sınıflama ve sıralama olarak üç ana başlık altında ele alınmaktadır. Seçim işleminde, karşılaştırmanın zor olduğu ve ya fazla alternatifin bulunduğu kümeler arasından en iyi alternatif seçilmektedir. Sınıflama kısmında, birbirine benzer özelliklere sahip olan alternatifler belirli kriterler baz alınarak bir araya getirilerek sınıflandırılma yapılmaktadır. Sıralamada ise, iyiden kötüye göre alternatifler ölçülebilirli duruma getirilmektedir [58].

Çok kriterli karar verme problemleri için literatürde en çok yer alan modeller Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Analitik Ağ Süreci (AAS), ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE yöntemleridir [59].

Tedarikçi seçimlerinde AHP oldukça sıklık ile kullanılmaktadır. ÇKKV sürecinde seçenekler arasından seçim yapabilmeyi sağlayan yöntemlerden biri olan AHP yöntemi Saaty tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, bir problemi amaç, kriterler varsa bu kriterlerin alt kriterleri ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik yapıda düzenleyebilmeyi sağlayarak en uygun çözüme ulaşabilmeyi hedeflemektedir [60].

Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS yöntemi İdeal Noktalarda Çok Boyutlu Ağırlıklandırma anlamına gelmektedir. TOPSIS yöntemi ile bir çözüm belirlenir ve ideal çözümün en kısa mesafesinin yanı sıra negatif ideal çözümünde en uzun mesafesi belirlenmektedir. TOPSIS, ideal çözüme uzaklığı en az ve negatif çözüme en uzak yani diğer alternatiflere göre en fazla uzaklığı belirlenen alternatifin temsil ettiği noktadır. İdeal çözüm, tüm ölçütlerin bir araya getirilerek toplandığında ideal seviyelerin bir araya getirilmesidir [61].

VIKOR, karmaşık olan yapıların çok kriterli olarak optimizasyonunun yapılabilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir. Farklı niteliklere bağlı olarak seçilmiş olan alternatifler içerisinde sıralama yaparak seçim yapmak üzerine kurulu olmaktadır [62].

BÖLÜM 3. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık terimi; 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından yayınlanan “Bulanık Kümeler” adlı makalede ilk kez tanımlanmıştır. Bulanık mantık sayesinde ön sezilmemeden faydalanarak çalışabilme fırsatı vererek, sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeleri kullanırlar. Kullanılan sembolik ifadelerin, gerçek hayata aktarılması, matematiksel temele dayanır. Bulanık mantığın temeli; matematiksel temel ve bulanık kümelerden oluşmaktadır [63].

Bulanık mantık ile insanların belirsiz ifadelerle düşünme özelliği ile uyuşan mantık sistemi olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifade ile bulanık mantık, yüksek-alçak hızlı-yavaş, gibi tamlık içeren değişkenlerden, az yüksek-az alçak, az hızlı-az yavaş, gibi esneklik gösteren dünyaya benzetilmesidir [64].

Karar verme sürecinde yer alan karar vericiler çoğunluk ile belirsizlik ve sorunlar içinde kalırlar. Bununla birlikte, günlük kullanılan dil ile yargıları ifade etmek, çoğunluk ile belirsiz ve öznel ifadeler içerirler. Oluşan bu insani yargıları ve belirsizlikleri yok etmek amacı ile dilsel terimleri ifade edebilen bulanık karar teorisi (Zadeh, 1965) oluşturulmuştur [65].

Bulanık mantığın genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz [66];

- Kesinlikleri ifade eden düşünme yerine, yaklaşık ifadeler kullanılır
- Her şey $[0,1]$ aralığında yer alan bir derece ile tanımlanır.
- Bulanık mantıkta bilgi dilsel ifadeler şekillendirilerek gösterilir.
- Bulanık çıkarımda tanımlanan kurallar dilsel ifadeler ile oluşturulur.
- Tüm mantıksal sistemler bulanık olarak ifade edilebilmektedir.

- Bulanık mantık; matematiksel model olarak çok zor sağlanan sistemlere çok uygundur.
- Bulanık mantıkta belirsiz olan veya eksik olan bilgilere göre işlem yapma yeteneği mevcuttur.

3.1. Bulanık Kümeler

Bulanık küme teorisinde, değişkenlerin dilsel ifade edilerek belirli kriterlerle değerlendirmesi gerçekleşerek, eksik ya da bir kısmı bilinen bilgiler ile sisteme katılımını sağlamaktadır [67].

Klasik mantıktaki matematiksel ifadeler ile günlük yaşantımızda yer alan karmaşık ifadelerin karşılanamaması ve yetersizlikler sebebi ile bulanık mantık doğmuştur, pek çok alanda kullanılarak hızla gelişim göstermiştir [68].

Karar verirken belirsizlikle karşılaşıldığında küme üyeliği temel unsurdur.. Zadeh (1965) çalışmasında; Bulanık küme kavramı ile kümelerde sürekli kullanılan yapıya eş değerde, kavramsal bir yapı oluşturmak için uygun bir çıkış noktası sağlamaktadır. Ancak özellikle model sınıflandırma ve bilgi işleme konusunda genel ve potansiyel olarak daha geniş içerikli uygulanabilirliğe sahiptir. Aslında böyle bir yapı rassal değişkenlerin varlığının yanı sıra; üyelik kriterlerinin net ifadelerinin eksikliğinden kaynaklanan belirsizlikleri mevcut olan problemlerin çözümü için doğal bir yol sağlar [69].

Klasik kümeler teorisi temelinden, bulanık küme teorisi oluşur. Klasik küme teorisinin yeterli olmadığı koşullarda daha açık ifade etmek için gelişimi olmuş bir teoridir. Klasik teori de ifade edilir iken bir birey o kümeye elemandır ya da değildir; arası yoktur. Bundan dolayı kümenin elemanı olup olmadığını belirlemek bu kadar kesin ve belirlidir.

Klasik kümelerin, bir kümeye kısmen ait olan elemanları kabul etmemesi sebebi, gerçek problemlerin çözümü için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenlerden klasik kümeden bulanık kümeye geçiş olmuş ve kısmen aitliye olanak sağlamıştır. [70].

3.1.1. Bulanık sayılar

Bulanık sayı; değerleri az çok belirsiz olan bir sayıyı olarak tanımlanabilir. Bu sayılar gerçekliği olan doğrudan ifade edilen sayılar olarak, özel bir çeşit bulanık kümedir [71].

Ayrıca bulanık sayıları daha net bir şekilde belirttiğimizde, üyelik fonksiyonu parçalı sürekli olan gerçek doğrunun konveks normalleştirilmiş bir bulanık kümesi olarak ifade edilir [72].

Bulanık sayılar, bulanık kümelerin özel bir alt kümesi olaraktan ; “5 civarında”, “8’e yakın”, “yaklaşık 50” gibi net olmayan sayısal nicelikleri ifade etmek için kullanılır. Bulanık kümeler üyelik fonksiyonlarıyla tanımlandıkları için, bulanık sayılar kendi üyelik fonksiyonlarının içerdiği kavram ve özelliklere sahip olmalıdırlar [73].

Yapılan değerlendirme konusuna göre farklı bulanık sayılar kullanmak mümkündür. Çeşitli olarak fazla bulanık sayı mevcuttur fakat çoğunlukla teorik ve pratik uygulamalarda yaygın olarak üçgen ve yamuk bulanık sayılar kullanılmaktadır [74].

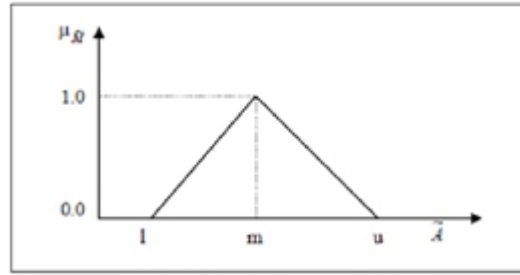
Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x): R \rightarrow [0,1]$ olan “ $\tilde{A}$ ” bulanık sayısı için: m lardır. Bu sebep ile üyelik fonksiyonu çeşidi kadar bulanık sayı çeşidi mevcuttur [75].

- $\mu_{\tilde{A}}(x)$, Reel sayılar kümesinden $[0,1]$ kapalı aralığına bir sürekli fonksiyon olur.
- $\mu_{\tilde{A}}(x)$ bir konveks (dışbükey) bulanık alt kümesi olur.
- $\mu_{\tilde{A}}(x)=1$ yapan bir X_0 sayısı mevcuttur.

3.1.1.1. Üçgen ve yamuk bulanık sayılar

Üçgensel bulanık sayılar (l, m, u) şeklinde ifade edilen üç bileşenden oluşmaktadır. Burada yer alan ilk değer, aralıktaki en alt değeri göstermektedir; ikinci değer ise olabilen optimum değeri; üçüncü değer ise aralıktaki en üst değeri gösterilmektedir. Üçgensel bulanık sayılar, reel sayıların komşuluğunu da ifade etmektedir. Bulanık sayılar için optimum değerlerin alt ve üst değerlere eşit olma zorunluluğu yoktur. Literatürde, üçgen bulanık sayılar kolaylık sağlamasından dolayı en çok kullanılan bulanık sayı çeşididir [76].

Şekil 3.1.'deki grafiksel gösterim ile, K' üçgen bulanık sayı olarak gösterilmiştir.

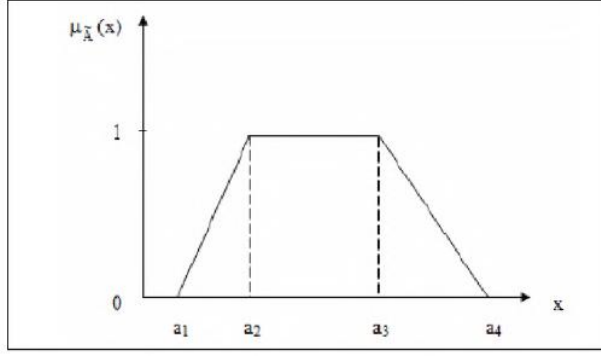


Şekil 3.1.Üçgen bulanık sayısı [77]

(Denklem 3.1) ile üçgen bulanık sayıya ait üyelik fonksiyonu incelenmiştir [76].

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

Yamuk bulanık sayılar ise (a, b, c, d) örneği benzeri dört parametre ile ifade edilmektedir. Yamuk üyelik fonksiyonu, bulanık mantık sayı kümelerinde normal değer olarak ele alınan iki değer mevcut olduğu durumlarda kullanılır. Yamuk bulanık sayısı j_i 'nin grafiksel gösterimi Şekil 3.2.'deki gösterebilmektedir.



Şekil 3.2. Yamuk bulanık sayısı [78]

(Denklem 3.2) ile yamuk bulanık sayıya ait üyelik fonksiyonu incelenmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (3.2)$$

3.2. Bulanık Mantık Avantaj ve Dezavantajları

Bulanık mantığın avantajları aşağıda belirtildiği gibidir [79];

- Düşünce olarak insan tarzına çok yakındır.
- Uygulama kısmında çok fazla matematiksel modele ihtiyaç yoktur.
- Sistem olarak basit yazılım ile ekonomik olarak kurulabilmektedir.
- Üyelik değerlerinin kullanımı sebebiyle; diğer kontrol tekniklerine kıyas ile daha esnektir.
- Modelleme olarak doğrusal olmayan fonksiyonların da modellenmesine olanak sağlar.
- Sadece uzman kişilerin tecrübelerini kullanarak, kolay bir şekilde bulanık mantığa bağlı bir modelleme ve ya sistem tasarlanabilir.
- Teknik olarak geleneksel kontroller ile uyumludur.
- İletişimde kullanılan sözel ifadelerin bulanık mantıkta kullanımı ile daha olumlu sonuçlara sebebiyet verir.

Bulanık mantığın dezavantajları;

- Yöntem olarak deneme yanılmaya uygundur ve üyelik fonksiyonlarının tespit edilmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem yoktur.
- Bu sistemlerin temel sorunu, gözlemlenebilirlik, kararlılık ve denetlenebilirlik analizlerinin gerçekleşmesinde ispatlanmış kesin bir yöntemin mevcut olmamasıdır
- Bu uygulamalarda kuralların mutlaka uzman deneyimlerine ile bağlı olmalı olması gerekli [75].



BÖLÜM 4. DEMATEL VE TOPSİS YÖNTEMLERİ

4.1. Dematel Yöntemler

DEMATEL yöntemi, sistem bileşenleri içindeki yapı ve ilişkileri veya geçerli sayıda alternatiflerini inceleme olanağı sağlayan bir metottur [80].

DEMATEL yöntemi geliştirilmesinin nedenleri arasında; karışmış problem kümelerini ve hiyerarşik yapıda uygulanabilir çözümlerin ifade etmesine destek vererek, uygun olan bilimsel araştırma yöntemlerinin kullanılmasına olanak sağlamak yer almaktadır [81].

DEMATEL yöntemi, grup olarak bilgi toplamaya destek olarak, hem yapısal model oluşturan, diğer yandan alt-sistemlerin nedensel ilişkilerini bir grafik ile gösterme olanağı veren bir yöntemdir [82].

DEMATEL yöntemi; katı atık yönetimi, bölgesel kalkınma, yer seçme, proje seçimi vb. gibi birçok alanda başarıyla uygulanmaktadır [83]:

DEMATEL metodu aşağıda incelenen 5 adımdan oluşmaktadır [80]:

Öncelik ile uygun kriterlerin belirlenmesi gerçekleşip sonrasında direk ilişki matrisinin oluşturulması; ilk adımda değerlendirme için kullanılacak uygun kriterlerin belirlenmesi gereklidir. Seçilen uygun kriterler yatay ile düşey matris olacak şeklinde yazılarak; tüm kriterler arasındaki ilişkinin derecesine göre 0-4 arası puanlanma yapılarak direk ilişki matrisi (A) oluşturulur. Direk ilişki matrisinin oluşturulmasında Tablo 4.1.'de gösterilen karşılaştırma skalası kullanılır [81].

Tablo 4.1. DEMATEL metodu karşılaştırma skalası [81]

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük Etki
2	Orta Etki
3	Yüksek Etki
4	Çok Yüksek Etki

İkili karşılaştırma skalası kullanılarak kriterler arasındaki ilişkiler, uzman grup tarafından tespit edilir. Bu karşılaştırma sonucu direkt-ilişki matrisi elde edilir [80].

Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi belirlenmesi; Direkt-ilişki matrisine bağlı olarak (Denklem 4.1) ve (Denklem 4.2) eşitliklerinden yararlanarak normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi M oluşturulur [81].

$$M=k.A \quad (4.1)$$

$$k=\min \left(\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right) \quad (4.2)$$

Bu arada $i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$ durumu söz konusudur.

Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi; toplam ilişki matrisi S , normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi elde edildikten sonra (Denklem 4.3) kullanılarak elde edilir. Bu formülde I birim matrisi ifade eder [83].

$$S=M+M^2+M^3+\dots=\sum_{l=1}^{\infty} M^l =M(I-M)^{-1} \quad (4.3)$$

Gönderici ve alıcı grubu hesaplanması; S matrisindeki sütunlar toplamı (R), S matrisindeki satırlar toplamı (D) olarak gösterilerek, (Denklem 4.4) eşitliğinin

hesaplamasından sonra (Denklem 4.5) ve (Denklem 4.6) hesaplamaları ile $D-R$ ve $D+R$ değerlerini de kullanarak, kriterlerin her birinin diğerlerine ile olan ilişkisi ve etkisi hesap edilir [69].

$D-R$ değeri için pozitif değerlere sahip bazı kriterler olup; diğerleri üstünde daha yüksek etkiye sahip olmaktadır, bunlar gönderici olarak ifade edilir. Diğer yandan $D-R$ değeri için negatif değere sahip kriterler, diğer kriterlere göre fazla etkili olup, düşük önceliğe sahip olarak; alıcı olarak ifade edilir.

$D+R$ değerleri ile her bir kriterin, diğer tüm kriterler ile olan ilişkisini gösterir. Yüksek $D+R$ değerine sahip olan kriterler diğer kriterler ile yakın ilişkili, düşük olanların ise ilişkisi az seviyededir [84].

$$S=[s_{i,j}]_{n \times n} \quad (4.4)$$

$$D=\sum_{j=1}^n s_{i,j} \quad (4.5)$$

$$R=\sum_{l=1}^n s_{i,j} \quad (4.6)$$

Bu arada $i,j \in \{1,2,3 \dots, n\}$ durumu söz konusudur.

Eşik değerinin ayarlanması ve etki-yönlü graf diyagramının oluşturulması; uygun bir etki-yönlü graf oluşturmak için karar vericilerin etki seviyesine, bir eşik değeri ayarlanmalıdır. Bunun için S matrisinde eşik değerinden daha büyük etki değerlerine sahip olan elemanlardan bazıları seçilerek etki-yönlü graf diyagramına dönüşümü yapılır. Eşik değeri karar verici ya da uzmanlar tarafından belirlenebilir. Graf diyagramı yatay eksen $D+R$ olarak, dikey eksen $D-R$ olarak, koordinat düzleminde $(D+R, D-R)$ noktalarının gösterilmesiyle oluşturulur [82].

4.2. Bulanık Dematel

Bulanık DEMATEL tekniği 7 temel adımdan oluşmaktadır.

Adım 1. Ele alınan problemin amacı belirlenir ve karar grubu oluşturulur. İlk olarak problem belirlenerek; ilgili bilgilerin toplanması yapılır. Daha sonra, problem konusunda uzman olan kişilerden oluşan bir karar grubunun oluşturulması sağlanır.

Adım 2. Faktörlerin belirlenerek, bulanık skalanın oluşturulması gerçekleşir. Değerlendirmede kullanılacak olan faktörlerin belirlenir, sonrasında uzmanlar tarafından, etkilenen ve etkileyen faktörlerin belirlenmesini sağlama için bu faktörler arasında ilişkiler oluşturulur.

İlişkilendirme gerçekleştirildikten sonra faktörler arasındaki ikili karşılaştırma gerçekleşir. Fakat bir faktörün diğer bir faktörü etkisini belirlemek zor bir süreçtir. Bunun için Li tarafından önerilen bulanık skala kullanılmıştır [85].

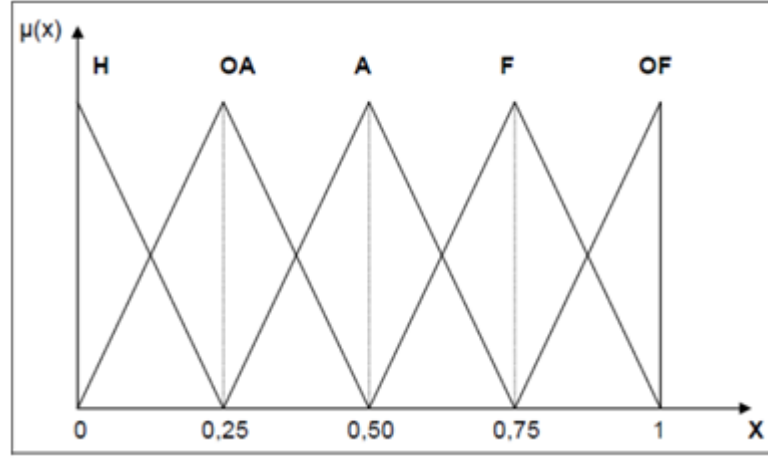
Bu skala da yer alan bir faktörün diğer bir faktörü etkilemesi dilsel olarak ele alınmış ve “oldukça fazla”, “fazla”, “az”, “oldukça az” ve “hiç” olmak üzere tanımlanmış olan beş dilsel terimle ifade edilmiştir. Dilsel terimler de üçgensel bulanık sayılarla tanımlanmıştır. Bu bulanık skala Tablo 4.2.’de ve Şekil 4.1.’de verilmiştir.

Adım 3. Karar vericilerin faktörler arasındaki ikili ilişkileri değerlendirilir. Faktörleri ifade eden $\{F_1, F_2, F_3, \dots, F_N\}$ arasındaki ilişki düzeylerini değerlendirmek amacıyla uzmanların her biri tarafından ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Her bir faktörün diğer faktör üzerindeki etkisi dilsel terimlerle ifade edilerek ; p tane uzman karar

grubu olduğu faz edilir ise p tane karar matrisi $Z^{(1)}, Z^{(2)}, \dots, Z^{(p)}$ elde edilir [86].

Tablo 4.2. Dilsel terimler ve üçgensel bulanık sayılar [82]

Dilsel Terimler	Üçgensel Bulanık Sayılar
Hiç Etkisi Yok (H)	(0,0,0.25)
Oldukça Az Etkili (OA)	(0,0.25,0.50)
Az Etkili (A)	(0.25,0.50,0.75)
Fazla Etkili(F)	(0.50,0.75,1.0)
Oldukça Fazla Etkili (OF)	(0.75,1.0,1.0)



Şekil 4.1. Dilsel terimler ve üçgensel bulanık sayı [86]

$$= \tilde{Z}^{(k)} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{z}_{12}^{(k)} & \dots & \tilde{z}_{1n}^{(k)} \\ \tilde{z}_{21}^{(k)} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{n1}^{(k)} & \tilde{z}_{n2}^{(k)} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad k=1,2,\dots,p$$

$\tilde{Z}^{(k)}$ matrisi k . uzman oluşturmuş olduğu başlangıç direk ilişki matrisi olarak ifade edilir. $\tilde{z}_{ij}^{(k)} = (\tilde{l}_{ij}^{(k)}, \tilde{m}_{ij}^{(k)}, \tilde{u}_{ij}^{(k)})$ üçgensel bulanık sayısı bir dilsel terimin ifadesi

olup i . faktörün j . faktörü etkileme düzeyini yansıtır. $\tilde{z}_{ii}^{(k)} = (\tilde{l}_{ii}^{(k)}, \tilde{m}_{ii}^{(k)}, \tilde{u}_{ii}^{(k)})$ ($i=1,2,3,\dots,n$) üçgensel bulanık sayısı $(0,0,0)$ olarak verilmektedir [87].

Adım 4. Normalize edilmiş direk ilişki matrisi oluşturulur. Başlangıç direk ilişki matrisi normalize etmek için, doğrusal skala transformasyon yöntemi kullanılır. $\tilde{X}$ matrisi normalize edilmiş direk ilişki matrisi olarak gösterilir. Bulanık ortalama işlemi kullanılarak, $\tilde{X}^{(1)}, \tilde{X}^{(2)}, \dots, \tilde{X}^{(p)}$ p tane uzman tarafından oluşturulan normalize edilmiş direk ilişki matrisleri birleşimi ile $\tilde{X}$ matrisi oluşturulur [87].

$$\tilde{X} = (\tilde{X}^{(1)} \oplus \tilde{X}^{(2)} \oplus \dots \oplus \tilde{X}^{(p)}) \setminus (p) \quad (4.7)$$

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \sim & \sim & \cdots & \sim \\ X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ \sim & \sim & \cdots & \sim \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sim & \sim & \cdots & \sim \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad \tilde{x}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^p \tilde{x}_{ij}}{p} \quad (4.8)$$

Daha sonra $\tilde{X}$ matrisi, aşağıdaki eşitlikler de kullanılarak normalize edilmiştir.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} 0 & \sim & \cdots & \sim \\ \sim & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & 0 & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sim & \sim & \cdots & \sim \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad k=1,2,\dots,p \quad (4.9)$$

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad (4.10)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{z_{ij}}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right) \quad (4.11)$$

Adım 5. Toplam ilişki matrisinin oluşturulur. Etkileyen-etkilenen modelinin kurulması için öncelikle toplam ilişki matrisinin hesaplanması yapılır. I birim matrisi ifade eder [87].

$$\tilde{T} = \tilde{X} \cdot (I - \tilde{X})^{-1} \quad (4.12)$$

Adım 6. $\tilde{D}_I$ ve $\tilde{R}_I$ Değerlerinin hesaplanması ve netleştirme yapılır. Öncelikle $\tilde{D}_I$ ve $\tilde{R}_I$ değerlerinin hesaplanması gerçekleştirilir.

$\tilde{T}$ matrisinde i .satırın elemanlarının toplamı $\tilde{D}_i$, i . sütunun elemanlarının toplamı $\tilde{R}_i$ 'dir

Bu değerler hesaplandıktan durulaştırma işlemi yapılması gerekmektedir. Literatürde farklı durulaştırma prosedürleri mevcut olup, çalışmamızda sık kullanılan BNP (Best Nonfuzzy Performance Value) yöntemi tercih edilmiştir.

$\tilde{D}_i$ ve $\tilde{R}_i$ için ayrı ayrı (Denklem 4.13) ile gösterilen denklem kullanılarak durulaştırma işlemi yapılır [88].

$$BNP_{ij} = ((U_{ij} - L_{ij}) + (M_{ij} - L_{ij}))/3 + L_{ij} \quad (4.13)$$

BNP , $\tilde{D}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerlerinin durulaştırılmış değerini göstermektedir ve sırasıyla D_i ve R_i ile ifade edilmektedir.

Adım 7. $D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerlerini hesaplanması yapılarak, etkileyen-etkilenen ilişki diyagramını çizilir. Durulaştırma sonrasında elde edilen değerler ile $D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerleri hesaplanarak etkileyen-etkilenen ilişki diyagramının çizilmesi gerekmektedir.

$D_i + R_i$ değeri kriter ne kadar önemli olduğunu, $D_i - R_i$ ise ilişkinin derecesini göstermektedir [87].

$D_i + R_i$, diyagram üzerinde yatay eksen, $D_i - R_i$ ise dikey eksen üzerinde gösterilmektedir. Etkileyen kriterler, yatay eksenin üstünde kalan değerlerdir; altında kalan değerler ise etkilenen kriterler olarak ifade edilirler. Yani belirleyici olan özellik $D_i - R_i$ 'nin negatif veya pozitif olmasıdır [87].

4.3. Topsis Yöntemi

TOPSİS yöntemi, karar noktalarının çözüme en kısa mesafe ve en uzak mesafe kurallarına göre çalışır. Aşağıda TOPSİS yönteminin 6 adımdan oluşan çözüm adımları incelenmiştir [89].

Adım 1. Karar matrisinin (A) oluşturulur. Karar matrisinin satırları kısmına değerlendirilmesi yaptırılacak adaylar, sütunlarında ise karar verme için kullanılacak, değerlendirme kriterlerine yer verilir. A_{ij} Matrisi karar verici tarafından oluşturulan ilk matrisidir; A_{ij} aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

A_{ij} Matrisinde m karar verici sayısını, n değerlendirme sayısını gösterir.

Adım 2. Standart karar matrisi r_{ij} oluşturulur. Standart karar matrisi, (Denklem 4.14) ile verilen formül ile A matrisinden yararlanarak hesaplanır. İşlem sonucundan A_{ij} matrisinden R_{ij} matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (4.14)$$

R_{ij} matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3. Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulur. Bu adımdan önce

değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) hesaplanır. $(\sum_{i=1}^n w_i = 1$

). Ardından R_{ij} matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili o sütuna karşılık gelen w_i değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V Matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_2 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4. İdeal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözümleri oluşturulur. İdeal çözüm kümesinin elde etmek için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin kısacası sütun değerlerinin en büyükleri seçilir. (Denklem 4.15) denkleminde ideal çözüm kümesinin bulunması gösterilmiştir:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} / j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} / j \in J' \right) \right\} \quad (4.15)$$

(Denklem 4.15) hesaplanacak küme $A^+ = \{V_1^+, V_2^+ \dots V_n^+\}$ şeklinde ifade edilir.

Negatif ideal çözüm kümesi ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri seçilerek oluşturulur. (Denklem 4.16) ile negatif ideal çözüm kümesinin bulunması gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} / j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} / j \in J^+ \right) \right\} \quad (4.16)$$

Hesaplanacak küme $A^- = \{V_1^-, V_2^- \dots V_n^-\}$ şeklinde ifade edilebilir.

Yukarıdaki iki formül de fayda J (maksimizasyon), J^+ (minimizasyon) ise kayıp değerini ifade eder. Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm kümesinin eleman sayısı, değerlendirme kriterleri sayısı olan m elemandan oluşmaktadır.

Adım 5. Ayırım ölçüleri hesaplanmaktadır. Topsis metodunda yer alan her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm kümesinin hesaplanması için ‘Oklid Uzaklık Yaklaşımı’ndan yararlanılmaktadır. (Denklem 4.17) ile hesaplanan (S_i^+) karar noktalarına ilişkin sapma değerini ve (Denklem 4.18) ile hesaplanan (S_i^-) ölçüsü ise negatif ideal ayırım değeri olarak gösterilmektedir.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (4.17)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4.18)$$

Hesaplanacak (S_i^+) ve (S_i^-) sayısı doğal olarak karar noktası sayısı diğer bir ifade ile matris satır sayısı kadar olacaktır.

Adım 6. İdeal çözüme göre yakınlık hesaplanması gerçekleştirilmektedir. Her bir karar noktası için (C_i^+) ifade edilen ideal çözüme göreli yakınlığının hesaplanırken önceki adımda elde edilen pozitif ve negatif ideal ayırım noktaları kullanılır.

Hesaplamada, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki oranı olmaktadır. (Denklem 4.19) ile ideal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması gerçekleştirilmektedir;

$$(C_i^+) = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (4.19)$$

Burada (C_i^+) değeri $0 \leq (C_i^+) \leq 1$ aralığında değer alır.

4.4. Bulanık Topsis Yöntemi

Bulanık TOPSIS Yöntemi ile belirlenen kriterler ve alternatifler, karar vericiler tarafından değerlendirilerek, üçgen veya yamuk bulanık sayılar da kullanılıp alternatiflerin her birinin yakınlık katsayısını hesaplamasını ve sıralamasını sağlayan bir metottur [90].

Bu yöntemde belirlenen kriterler dikkate alınarak; kriterlerin aldığı bulanık değerler arasında ideal durum baz alınarak karşılaştırması yapılmaktadır [91]. Bulanık TOPSIS yönteminin aşağıda gösterilen karar için kriterlere, karar vericilere ve alternatiflere ihtiyaç vardır. Bunları da aşağıdaki şekilde gösterebiliriz [92].

- A_i olarak gösterilen, m adet tedarikçiler $A_i = \{A_1, A_2, \dots, m\}$,
- C_i olarak gösterilen, performans değerlendirilmede kullanılan n adet kriter $C_i = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$,
- x_{ij} olarak gösterilen, A_i alternatiflerinin C_i kriterlerine göre performans değerleri,
- w_j olarak ifade edilen, C_i kriterlerinin önem ağırlıkları

Bulanık TOPSIS yönteminin adımları şu şekilde özetlenebilir [93].

Adım 1. Kriterlerin karar vericiler tarafından oluşturulması; karar vericilerden oluşan grup ile değerlendirmede kullanılacak kriterler belirlenir.

Adım 2. Dilsel değişkenler ile değerlendirmelerin yapılması; öncelikli olarak kriterlerin önem ağırlıkları belirlemek adına kullanılacak uygun olan dilsel değişkenler seçilir ve sonrasında kriterleri baz alarak alternatiflerin değerlendirilmesi dilsel değişkenler kullanılarak sağlanır.

Adım 3. Yapılan değerlendirmelerin bulanık sayılara dönüştürülmesi; ikinci adımda belirlenen sözel değişkenler yamuk veya üçgen bulanık sayılara dönüştürülmesi gerçekleşir. Tablo 4.3.'de 'Çok Yüksek'; 'Yüksek'; 'Biraz Yüksek'; 'Orta'; 'Biraz Düşük' dilsel terimlerine karşılık gelen bulanık üçgensel sayılar mevcuttur. Bu tablo yardımı ile karar vericiler tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler, bulanık sayılara dönüştürülür.

Aynı şekilde Tablo 4.4.'de 'Çok İyi'; 'İyi'; 'Biraz İyi'; 'Orta'; 'Biraz Kötü'; 'Kötü'; 'Çok Kötü' ifadelerine karşılık gelen üçgensel bulanık sayı değerleri yer almaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde ilgili tablo kullanılmıştır.

Tablo 4.3. Karar kriterlerinin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar [91]

Dilsel Terimler	Üçgensel Bulanık Sayılar
Çok Yüksek (ÇY)	(0,9,1,1)
Yüksek (Y)	(0,7,0,9,1)
Biraz Yüksek (BY)	(0,5,0,7,0,9)
Orta (O)	(0,3,0,5,0,7)
Biraz Düşük (BD)	(0,1,0,3,0,5)
Düşük (D)	(0,0,1,0,3)
Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0,1)

Tablo 4.4. Alternatiflerin değerlendirilmesi dilsel ifadeler ve üçgensel bulanık sayı olarak karşılıkları

Dilsel Terimler	Üçgensel Bulanık Sayılar
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)
İyi (İ)	(7,9,10)
Biraz İyi (Bİ)	(5,7,9)
Orta (O)	(3,5,7)
Biraz Kötü (BK)	(1,3,5)
Kötü (K)	(0,1,3)
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{D} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{m1} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{22} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad \tilde{W} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n \end{bmatrix}$$

Burada;

$\tilde{D}$: Bulanık karar matrisini,

$\tilde{W}$: Karar kriterlerinin önem ağırlıkları matrisini ifade etmektedir

Adım 5. Normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması; bulanık karar matrisine (Denklem 4.21) formülü kullanılarak, normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir. Bulanık karar matrisi ise $\tilde{R}$ ile gösterilir ve,

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{ij} \end{bmatrix}_{m \times n}, \quad i=1,2,\dots,m \quad ; \quad j=1,2,\dots,n \quad (4.20)$$

şeklinde ifade edilir. Karar kriterleri, fayda ve maliyet kriterleri olmak üzere iki kısma ayrılabilir. B ile fayda kriterini ve C ile maliyet kriterini ifade edilmekte olup,

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B, \quad c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (4.21a)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}^-}{c_{ij}}, \frac{a_{ij}^-}{b_{ij}}, \frac{a_{ij}^-}{a_{ij}} \right), \quad j \in C, \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (4.21b)$$

eşitlikleri kullanılarak hesaplanır.

Adım 6. Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinin belirlenmesi;

$$\tilde{V} = \left[\tilde{v}_{ij} \right]_{m \times n} \quad i=1,2,\dots,m, \quad j=1,2,\dots,n \quad (4.22)$$

şeklinde ifade edilir. Bu matrisin elemanları ise,

$$\tilde{v}_{ij} = r_{ij} \tilde{w}_j \quad (4.23)$$

eşitliği ile elde edilir.

Adım 7. Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm belirlenmesi;

A^* ; bulanık pozitif ideal çözüm, A^- ise bulanık negatif ideal çözüm olmak üzere

$$A^* = \left(\begin{matrix} \tilde{v}_1^* & \tilde{v}_2^* & \dots & \tilde{v}_n^* \\ \tilde{v}_1 & \tilde{v}_2 & \dots & \tilde{v}_n \end{matrix} \right)$$

$$A^- = \left(\begin{matrix} \tilde{v}_1^- & \tilde{v}_2^- & \dots & \tilde{v}_n^- \\ \tilde{v}_1 & \tilde{v}_2 & \dots & \tilde{v}_n \end{matrix} \right)$$

şeklinde ifade edilir.

Bu ifadelerde Chen (2000)'in bulanık TOPSIS modeli gereği; $j=1, 2, \dots, n$,

$\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$ ve $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ olarak kabul edilir. Diğer bir ifadeyle A^* 'da karar kriteri sayısı kadar $(1, 1, 1)$, A^- 'de karar kriteri sayısı kadar $(0, 0, 0)$ değeri bulunur [94].

Adım 8. Uzaklıkların hesaplanması; (Denklemler 4.24) ve (Denklemler 4.25) kullanılarak her bir alternatifin bulanık pozitif ideal çözümünden ve bulanık negatif ideal çözümünden uzaklıkları hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (4.24)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (4.25)$$

$d(\dots, \dots)$ ifadesi; iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı gösterir ve (Denklem 4.26) verilen Vertex Yöntemi ile hesaplanır.

$$d(\tilde{1}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_1 - n_1)^2 + (l_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (4.26)$$

Adım 9. Alternatifler İçin yakınlık katsayılarının bulunması;

Yakınlık katsayıları (Denklem 4.27) gibi hesaplanır.

$$C1_i^* = \frac{d_i^*}{d_i^* + d_i^-}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.27)$$

$$C1_i^- = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.28)$$

Adım 10. Alternatiflerin sıralanması: hesaplamalar sonucu elde edilen yakınlık katsayılarına göre, tüm alternatifler sıralanır ve en yüksek yakınlık katsayısı olan alternatif tercih edilir. Yakınlık katsayısının yüksek değerde çıkması, bulanık pozitif ideal çözüme daha yakın olduğunu, bulanık negatif ideal çözüme daha uzak olduğunu yansıtmaktadır.

4.5. Bulanık Doğrusal Programlama

Sınırlı kaynaklar ile yarışan faaliyetler arasında en iyi biçimde dağıtılışının sağlanması problemi Doğrusal programlamanın temel konusudur ve doğrusal

programlama, optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan matematiksel bir tekniktir [95].

Doğrusal programlama ekonomi, işletme ve muhasebe gibi birçok alanda oldukça fazla kullanılmaktadır. Kaynakların en iyi şekilde dağılımının sağlanması, kaynakların seçenekli dağılımının sağlanması, en iyi üretim bileşeninin, minimum maliyeti veren girdi bileşeninin, bulunması en uygun kar ve en az maliyetin belirlenmesinde doğrusal programlama kullanılmaktadır [96].

Amaç fonksiyonundaki kar katsayılarının, rekabetin ve maliyetinde göz önüne alınmamasından dolayı tam olarak ifade edilmesi çok da gerçekçi bulunmayabilmektedir. Diğer taraftan bir ürüne olan talebinde tam olarak ifade edilmesi yanıltıcı olabilir. Ayrıca bu kesinlik olmama durumu teknolojik katsayılarda da gözlenebilir. Örneğin elde bulunan iş gücünden fazla mesai yapması istenebileceği gibi bu kişilerin greve gitmeleri de beklenebilir. Bu sebepten teknoloji katsayılarının kesin olarak ifade edilmesi yerine bulanık olarak ifade edilmesi daha gerçekçi olmaktadır. Sonuç olarak doğrusal programlama modeli bulanık olarak ifade edilerek daha gerçekçi bir model kurulmaya çalışılmıştır [97].

Klasik matematiksel karar modelleri, kısıtların, karar verme ile ilgili verilerin ve amaç fonksiyonunun kesin olarak belirtildiği modellerdir. Bu modeller, amaç fonksiyonu değerini maksimum veya minimum yapan değişken miktarlarının kısıtlayıcılar dikkate alınarak belirlenmesini içermektedir. Bulanık karar probleminde ise bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcı değerleri üyelik fonksiyonları ile belirlenmektedir [98].

Bulanık doğrusal programlama modelleri, bulanıklığın nereye nasıl yansılacağına göre çeşitlilik gösterir. En yaygın kullanılan çeşitleri aşağıdaki gibidir [99] ;

- Kısıtlayıcıları bulanık olan doğrusal programlama problemi
- Amaç fonksiyonları ve kısıtlayıcıları bulanık olan doğrusal programlama problemi
- Amaç katsayısı bulanık doğrusal programlama problemi

- Parametreleri bulanık doğrusal programlama problemi

4.5.1. Verdegay yaklaşımı

Verdegay, bulanık amaç katsayılı doğrusal programlama problemlerinin dualiteden kaynaklı olmak üzere bulanık kısıtlayıcılı doğrusal programlama problemi türünden çözülebileceğini öne çıkarmıştır [97].

Verdegay, kısıtlayıcıları bulanık olan doğrusal programlama modellerinde çözümün bulunması adına, kısıtlayıcıların α -kesim kümelerine ayrılmasını sağlama gerekmektedir. $\alpha \in [0,1]$ olacak şekilde α -kesim kümeleri (Denklem 4.29) ile gösterildiği gibi ifade edilebilir [100]:

$$X_\alpha = \{ x \mid \mu_i(x) \geq \alpha, \forall i \text{ için } x \geq 0 \} \quad \forall \alpha \in [0,1] \quad (4.29)$$

Bu hareketle bulanık doğrusal programlama modeli (Denklem 4.30) gibi ifade edilebilmektedir [100].

$$\text{Max } Z = c^T x \quad (4.30)$$

Kısıtlayıcılar;

$$\alpha \in [0,1]$$

$$x \geq 0$$

$\mu_i \geq \alpha$ dönüşümü ile sağ taraf değerlerinin üyelik fonksiyonlarının en az α değeri kadar doyuma ulaşmaktadır [101]. Dönüşüm sonrası elde edilen bulanık doğrusal programlama modeli (Denklem 4.31) ile ifade edilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= c^T x \\ (Ax)_i &\leq b_i + (1 - \alpha) p_i, \quad (i=1,2,\dots,m) \end{aligned} \quad (4.31)$$

$$x \geq 0$$

$$a \in [0,1]$$

Yukarıdaki (Denklem 4.31) içinde yer alan bulanık doğrusal programlama modeli $\theta=(1-a)$ olarak dönüşümü ile parametrik programlama problemi oluşur [102]. Bu sebepten dolayı oluşan bu model parametrik programa olarak çözülür [101].

Vergeday yaklaşımında yapılan işlemler neticesinde modelin aldığı son hali;

$$\text{Max } Z=c^T x -$$

$$(Ax)_i \leq b_i + \theta p_i, (i=1,2,\dots,m) \quad x \geq 0 \quad \theta \in [0,1]$$

(4.32)

BÖLÜM 5. ÖRNEK UYGULAMA

5.1. Çalışmanın amacı ve kullanılan model

Bu çalışmada; otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada yeni devreye girecek olan bir projede kullanılmak üzere 4 çeşit aynı ürün grubu ürün için en iyi tedarikçi seçimi ve optimum sipariş miktarı belirlenmesi hedeflenmiştir.

Problemin çözülmesi adına ilk adımda amaca uygun kriterler belirlenmiştir. İkinci adımda bulanık dematel yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır; buradan elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak üçüncü adımda bulanık topsis ile tedarikçi seçimi gerçekleştirildi. Son adımda ise, bulanık doğrusal programlama ile tedarikçilere sipariş atama işlemi uygulanmıştır.

Uygulama 4 adımda gerçekleşmiştir;

1. Amaca uygun kriterlerin belirlenmesi
2. Bulanık dematel yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi;
3. Alternatif tedarikçinin seçimi bulanık topsis uygulanması
4. Bulanık doğrusal programlama yöntemi ile tedarikçilere sipariş miktarı atama

Çalışmada hem bulanık DEMATEL hem de bulanık TOPSİS yöntemlerinin çözümleri excelde gerçekleşmiştir; bulanık doğrusal programlama ise Lingo programı ile çözümlenmiştir.

5.1.1. Amaç ve kriterler

Firma hedef ve amaçlarına uygun kriterlerin belirlenmesinde firma içinden uzman kişiler ile görüşerek aşağıdaki kriterlere karar kılınmıştır; Çalışma da 6 ana kriter ve 20 alt kriter kullanılmıştır. Bu kriterler Tablo 5.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Tedarikçi seçiminde kullanılacak olan kriterler

KRİTERLER	
Kalite	K
1. Ürün kalitesi	K1
2. Kalite sistemleri	K2
3. Kalite kontrol yöntemleri/kalite iyileştirme çalışmaları	K3
4. Ambalaj kalitesi	K4
Fiyat	F
1. Ürün fiyatı	F1
2. Ödeme Şartları	F2
Teslimat	T
1. Zamanında teslimat	T1
2. Doğru miktarda teslimat	T2
3. Taşıma Maliyeti/Malın teslimat şekli	T3
Esneklik	E
1. Ürün çeşitliğindeki değişime cevap verme	E1
2. Üretim miktarlarındaki değişime cevap verebilme	E2
3. Tasarımdaki değişimlere cevap verebilme	E3
4. Termin tarihi değişikliklerine cevap verebilme	E4
Hizmet	H
1. İletişim kolaylığı	H1
2. Garantiler ve Şikayet politikaları	H2
3. Satış sonrası hizmet	H3
Firma yapısı	FY
1. Teknik açıdan yeterlilik	FY1
2. Üretim tesisi ve kapasitesi	FY2
3. Güvenilirlik	FY3
4. Tecrübe	FY4

Tablo 5.1.'de belirtilen kriterler aşağıda kısaca açıklanmıştır;

Kalite; Bu ölçüt, işletmenin satın alacağı ürünler için beklenti ve talep edilen standartlara uygun olması gerektiğini ifade eder. Bunun yanında ürünlerin ambalaj kaliteleri, faaliyet göstermekte olduğu sektöre uygun kalite belgelerinin olması ve

üretim sonrasında uygulanan kalite kontrol ve iyileştirme sistemleri kaliteye etki eden faktörlerdir.

Bu sebepten dolayı; ürün kalitesi, kalite sistemleri, kalite kontrol sistemleri/kalite iyileştirme çalışmaları, ambalaj kalitesi alt kriterlerine ayrılır.

Fiyat; Bu ölçüt, tedarikçinin farklı tedarikçilere göre daha uygun fiyat önermesini kapsamaktadır. Firmalar tedarikçi seçiminde öncelikli olarak performanslarını geliştirme ve rekabet üstünlüğü sağlamak için düşük olan birim fiyatı esas almaktadırlar [42].

Alt kriterleri, ürün birim fiyatı ve tedarikçi firma ile anlaşılan ödeme şeklini içerir.

Teslimat; Tedarikçi firma müşterinin isteklerine göre olan teslimat çizelgesini izleme yeteneğine sahip olmalıdır [41]. Teslimat kriteri tedarikçi firmanın siparişi olan ürünleri; zamanında ve istenilen adetlerde üreterek, uygun taşıma şekli ile müşterisine eksiksiz şekilde ulaştırmasını ifade etmektedir.

Bu kriter alt kriteri olarak, siparişlerin teslim zamanlarında teslim edilmesi, siparişlerin doğru adetlerde teslim edilmesi ve siparişin teslimat şekli yer almaktadır.

Esneklik; Tedarikçi firma talep edilen esnekliği karşılayabilir ise; müşterinin beklentilerini karşılamak ile birlikte daha fazlasını sağlamak olanağı elde ederler. Böylelikle performansları müşteriler tarafından yüksek değerlendirilir [43].

Bu ölçüt üreticinin acil mal taleplerini ve değişikliklerini kolaylıkla karşılayabilmesini kapsamaktadır [11]. Bunun yanında ürün çeşitliliğindeki ve üretim miktarlarındaki değişime ile tasarımdaki ve termin tarihindeki değişime cevap verebilme kriterlerini kapsamaktadır. Hizmet; Tedarikçi firmanın, alışveriş içinde olduğu müşteri firmaya sunulan hizmet ve olanaklar tedarikçi seçimini etkileyen unsurlardır. Öncelik ile alınan ürünler için sunulan garanti politikaları, alım sonrası oluşacak şikâyetlerde izlenen şikâyet politikaları; alım önce ve sonrası süreçlerde iki

firma arasındaki iletişim kolaylığı ve satış sonrasında firmaya sağlanan teknik vb. destek hizmetlerinde gösterdikleri performanslar önemlidir. Bu sebepten dolayı; tedarikçi firmaya iletişim kolaylığı; alım sonrası garanti ve şikâyet politikalar ve satış sonrası hizmet alt kriterlerini içerir.

Firma yapısı; Tedarikçi firmanın kaç yıldır sektörde faaliyet gösterdiği, kaç tane şirket ile işbirliği içinde çalışması tecrübe ve güvenilirliğini; üretilecek miktarlar kapasite miktarları ve donanımının üretimi gerçekleştirmek için ne kadar elverişli olduğu ise teknik yeterliliğini göstermekte olan firma yapısı tedarikçi seçiminde etkili faktörlerdir. Alt kriter olarak ; tedarikçini firmanın teknik açıdan yeterliliği,, üretimin yapıldığı tesis ve kapasitesi; firma güvenilirliği ve tecrübesini içerir.

5.1.2. Bulanık dematel yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Bulanık DEMATEL yönteminin ilk aşaması kriterler arasındaki ilişkiler firma tarafından oluşturulan 3 satın alma ve 2 malzeme tedarik uzmanı olmak üzere 5 karar verici tarafından değerlendirilmiş ve karar vericilerin ana kriterler için oluşturduğu dilsel değerlendirmeler Tablo 5.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.2. Ana kriterlerin karar vericiler tarafından dilsel karşılaştırmaları

Karar Verici 1 (KV1)						
	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
Kalite	*	ÇY	ÇY	Y	D	Y
Fiyat	ÇY	*	Y	Y	Y	D
Teslimat	ÇY	Y	*	Y	Y	D
Esneklik	Y	ÇD	Y	*	D	H
Hizmet	D	Y	ÇD	D	*	Y
Firma Yapısı	Y	D	H	ÇD	D	*
Karar Verici 2 (KV2)						
	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
Kalite	*	ÇY	Y	ÇY	D	D
Fiyat	Y	*	Y	ÇY	ÇY	ÇD
Teslimat	ÇY	Y	*	Y	Y	D
Esneklik	Y	D	Y	*	D	H
Hizmet	D	Y	ÇD	D	*	Y
Firma Yapısı	Y	D	H	ÇD	D	*

Tablo 5.2. (Devamı)

Karar Verici 3 (KV3)						
Kalite	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
	*	ÇY	Y	Y	Y	ÇD
Fiyat	Y	*	Y	Y	D	D
Teslimat	ÇY	Y	*	Y	Y	D
Esneklik	ÇY	Y	D	*	D	ÇD
Hizmet	Y	D	D	Y	*	D
Firma Yapısı	Y	ÇD	D	D	Y	*
Karar Verici 4 (KV4)						
Kalite	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
	*	Y	D	Y	D	D
Fiyat	ÇY	*	Y	D	Y	ÇD
Teslimat	Y	D	*	Y	ÇD	H
Esneklik	Y	ÇY	Y	*	ÇD	ÇD
Hizmet	D	Y	D	ÇY	*	Y
Firma Yapısı	Y	D	Y	D	D	*
Karar Verici 5 (KV5)						
Kalite	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
	*	ÇY	Y	Y	Y	Y
Fiyat	Y	*	D	ÇD	Y	Y
Teslimat	ÇY	D	*	Y	D	D
Esneklik	D	Y	ÇY	*	D	ÇD
Hizmet	Y	Y	ÇD	D	*	Y
Firma Yapısı	D	ÇD	Y	Y	Y	*

Dilsel değerlendirmeden sonra, doğrudan ilişki matrisi (Z) oluşturulur. Tablo 5.2.'deki dilsel ifadelerle karşılık gelen Tablo 4.2.'deki üçgensel bulanık sayı değerleri ile düzenlenerek, doğrudan ilişki matrisi elde edilmiştir. Elde edilen değerler matrisi olarak Tablo 5.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Ana kriterlerin karar vericiler tarafından verilen dilsel değerlerin üçgensel bulanık sayı karşılıkları

Karar Verici 1						
	K	F	T	E	H	FY
K	*	(0,75; 1; 1)	(0,75; 1; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25; 0,50; 0,75)	(0,50; 0,75; 1)
F	(0,75; 1; 1)	*	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25; 0,50; 0,75)
T	(0,75; 1; 1)	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25; 0,50; 0,75)
E	(0,50; 0,75; 1)	(0; 0,25; 0,50)	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,25; 0,50; 0,75)	(0; 0; 0,25)
H	(0,25; 0,50; 0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0; 0,25; 0,50)	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,50; 0,75; 1)
FY	(0,50; 0,75; 1)	(0,25; 0,50; 0,75)	(0; 0; 0,25)	(0,25; 0,50)	(0,25; 0,50; 0,75)	*

Tablo 5.2. (Devamı)

Karar Verici 2						
	K	F	T	E	H	FY
K	*	(0,75;1;1)	(0,50;0,75;1)	(0,75;1;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)
F	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,50;0,75;1)	(0,75;1;1)	(0,75;1;1)	(0; 0,25;0,50)
T	(0,75;1;1)	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)
E	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	*	(0,25;0,50;0,75)	(0;0; 0,25)
H	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	*	(0,50; 0,75; 1)
F	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)			(0,25;0,50;0,75)	
Y	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0; 0,25)	(0; 0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	*
Karar Verici 3						
	K	F	T	E	H	FY
K	*	(0,75;1;1)	(0,50;0,75; 1)	(0,50; 0,75;1)	(0,50; 0,75;1)	(0; 0,25;0,50)
F	(0,50;0,75;1)	*	(0,50; 0,75;1)	(0,50; 0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)
T	(0,75;1;1)	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)
E	(0,75;1;1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	*	(0,25;0,50;0,75)	(0; 0,25;0,50)
H	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,25;0,50;0,75)
F	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)		
Y	(0,50;0,75;1)	(0; 0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	*
Karar Verici 4						
	K	F	T	E	H	FY
K	*	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)
F	(0,75;1;1)	*	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0; 0,25;0,50)
T	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	*	(0,50; 0,75; 1)	(0; 0,25;0,50)	(0;0; 0,25)
E	(0,50; 0,75; 1)	(0,75;1;1)	(0,50; 0,75; 1)	*	(0; 0,25;0,50)	(0; 0,25;0,50)
H	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,75;1;1)	*	(0,50; 0,75; 1)
F	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	*
Y	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	
Karar Verici 5						
	K	F	T	E	H	FY
K	*	(0,75;1;1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)
F	(0,50; 0,75; 1)	*	(0,25;0,50;0,75)	(0; 0,25;0,50)	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)
T	(0,75;1;1)	(0,25;0,50;0,75)	*	(0,50; 0,75; 1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)
E	(0,25;0,50;0,75)	(0,50; 0,75; 1)	(0,75;1;1)	*	(0,25;0,50;0,75)	(0; 0,25;0,50)
H	(0,50; 0,75; 1)	(0,50; 0,75; 1)	(0; 0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	*	(0,50; 0,75;1)
F	(0,25; 0,50; 0,75)	(0; 0,25; 0,50)	(0,50; 0,75;1)	(0,50; 0,75;1)	(0,50; 0,75 ;1)	*
Y	(0,25; 0,50; 0,75)	(0; 0,25; 0,50)	(0,50; 0,75;1)	(0,50; 0,75;1)	(0,50; 0,75 ;1)	*

İkinci adımda normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi oluşturulur. Ana kriterlerin KV1 göre normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi $(\tilde{X})^1$ olmak üzere, (Denklem 4.10) ve (Denklem 4.11) yardımıyla elde edilerek Tablo 5.6.'da gösterilmiştir.

İfadelerde yer alan “l” üçgensel bulanık sayıların ilk değerini, “m” üçgensel bulanık sayıların ikinci değerini, “u” ise üçgensel bulanık sayıların üçüncü değerini göstermektedir.

Tablo 5.4.'deki bulanık sayılar matrisinde ; (Denklem 4.10) göre bütün “u” değerleri sütun bazında toplanır, her sütun için bir toplam değer elde edilir ve elde edilen bu değerlerin en büyüğü seçilerek; “r” olarak ifade edilir. Normalleştirilmiş ilişki matrisi elde etmek için matrisin bütün değerleri “r” değerine bölünür. İlgili işlemler Tablo 5.5.'de gösterilmiştir. Aynı şekilde normalleştirme işlemi diğer karar verici matrislerde de kendi içinde uygulanarak, diğer karar vericilere ait normalleştirilmiş matrisler elde edilir ve Tablo 5.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.4. Karar Verici 1' e göre ana kriter değerlerinin üçgensel bulanık sayı değerleri

Karar Verici 1							
	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı	
L	Kalite	0	0,75	0,75	0,5	0,25	0,5
	Fiyat	0,75	0	0,5	0,5	0,5	0,25
	Teslimat	0,75	0,5	0	0,5	0,5	0,25
	Esneklik	0,5	0	0,5	0	0,25	0
	Hizmet	0,25	0,5	0	0,25	0	0,5
	Firma Yapısı	0,5	0,25	0	0	0,25	0
	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı	
M	Kalite	0	1	1	0,75	0,5	0,75
	Fiyat	1	0	0,75	0,75	0,75	0,5
	Teslimat	1	0,75	0	0,75	0,75	0,5
	Esneklik	0,75	0,25	0,75	0	0,5	0
	Hizmet	0,5	0,75	0,25	0,5	0	0,75
	Firma Yapısı	0,75	0,5	0	0,25	0,5	0
	Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı	
U	Kalite	0	1	1	1	0,75	1
	Fiyat	1	0	1	1	1	0,75
	Teslimat	1	1	0	1	1	0,75
	Esneklik	1	0,5	1	0	0,75	0,25
	Hizmet	0,75	1	0,5	0,75	0	1
	Firma Yapısı	1	0,75	0,25	0,5	0,75	0

Tablo 5.5. KV1 bulanık değerler matrisi için u ve r değeri hesaplama

“u” değerlerindeki sütun toplamaları	Sütun toplamı
0+1+1+1+0,75+1=4,75	4,75
1+0+1+1+1+0,75=4,75	4,75
1+1+0+1+1+0,75=4,75	4,75
1+0,5+1+0+0,75+0,25=3,5	3,5
0,75+1+0,5+0,75+0+1=4	4
1+0,75+0,25+0,5+0,75+0=3,25	3,25
Maksimum değer(r)=4,75	4,75

Tablo 5.6. Karar Verici 1’ e göre ana kriter değerlerinin üçgensel bulanık sayı değerlerinin normalleştirilmiş matrisi

Karar Verici 1							
		Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
L	Kalite	0	0,158	0,158	0,105	0,053	0,105
	Fiyat	0,158	0	0,105	0,105	0,105	0,053
	Teslimat	0,158	0,105	0	0,105	0,105	0,053
	Esneklik	0,105	0	0,105	0	0,053	0
	Hizmet	0,053	0,105	0	0,053	0	0,105
	Firma Yapısı	0,105	0,053	0	0	0,053	0
		Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
M	Kalite	0	0,211	0,211	0,158	0,105	0,158
	Fiyat	0,211	0	0,158	0,158	0,158	0,105
	Teslimat	0,211	0,158	0	0,158	0,158	0,105
	Esneklik	0,158	0,053	0,158	0	0,105	0
	Hizmet	0,105	0,158	0,053	0,105	0	0,158
	Firma Yapısı	0,158	0,105	0	0,053	0,105	0
		Kalite	Fiyat	Teslimat	Esneklik	Hizmet	Firma Yapısı
U	Kalite	0	0,211	0,211	0,211	0,158	0,211
	Fiyat	0,211	0	0,211	0,211	0,211	0,158
	Teslimat	0,211	0,211	0	0,211	0,211	0,158
	Esneklik	0,211	0,105	0,211	0	0,158	0,053
	Hizmet	0,158	0,211	0,105	0,158	0	0,211
	Firma Yapısı	0,211	0,158	0,053	0,105	0,158	0

Tablo 5.7. Ana kriterlerin diğer karar vericilere göre normalleştirilmiş matrisleri

KV2							KV3						
	K	F	T	E	H	FY		K	F	T	E	H	FY
K	0,00	0,16	0,11	0,16	0,05	0,05	K	0,00	0,16	0,11	0,11	0,11	0,00
F	0,11	0,00	0,11	0,16	0,16	0,00	F	0,11	0,00	0,11	0,11	0,05	0,05
T	0,16	0,11	0,00	0,11	0,11	0,06	T	0,16	0,10	0,00	0,11	0,11	0,05
E	0,11	0,05	0,11	0,00	0,05	0,00	E	0,16	0,10	0,05	0,00	0,05	0,00
H	0,05	0,11	0,00	0,05	0,00	0,11	H	0,11	0,05	0,05	0,11	0,00	0,05
F _Y	0,11	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	F _Y	0,11	0,00	0,05	0,05	0,11	0,00

	K	F	T	E	H	FY		K	F	T	E	H	FY
K	0,00	0,21	0,16	0,21	0,11	0,11	K	0,00	0,21	0,16	0,16	0,16	0,05
F	0,16	0,00	0,16	0,21	0,21	0,05	F	0,16	0,00	0,16	0,16	0,11	0,11
T	0,21	0,16	0,00	0,16	0,16	0,11	T	0,21	0,16	0,00	0,16	0,16	0,11
E	0,16	0,11	0,16	0,00	0,11	0,00	E	0,21	0,16	0,11	0,00	0,11	0,05
H	0,11	0,16	0,05	0,11	0,00	0,16	H	0,16	0,11	0,11	0,16	0,00	0,11
F _Y	0,16	0,11	0,00	0,05	0,11	0,00	F _Y	0,16	0,05	0,11	0,11	0,16	0,00

	K	F	T	E	H	FY		K	F	T	E	H	FY
K	0,00	0,21	0,21	0,21	0,16	0,16	K	0,00	0,21	0,21	0,21	0,21	0,11
F	0,21	0,00	0,21	0,21	0,21	0,11	F	0,21	0,00	0,21	0,21	0,16	0,16
T	0,21	0,21	0,00	0,21	0,21	0,16	T	0,21	0,21	0,00	0,21	0,21	0,16
E	0,21	0,16	0,21	0,00	0,16	0,05	E	0,21	0,21	0,16	0,00	0,16	0,11
H	0,16	0,21	0,11	0,16	0,00	0,21	H	0,21	0,16	0,16	0,21	0,00	0,16
F _Y	0,21	0,16	0,05	0,11	0,16	0,00	F _Y	0,21	0,11	0,16	0,16	0,21	0,00

Tablo 5.7. (Devamı)

KV4							KV5						
	K	F	T	E	H	FY		K	F	T	E	H	FY
K	0,00	0,11	0,06	0,11	0,06	0,06	K	0,00	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10
F	0,17	0,00	0,11	0,06	0,11	0,00	F	0,10	0,00	0,05	0,00	0,10	0,10
T	0,11	0,06	0,00	0,11	0,00	0,00	T	0,15	0,05	0,00	0,10	0,05	0,05
E	0,11	0,17	0,11	0,00	0,00	0,00	E	0,05	0,10	0,15	0,00	0,05	0,00
H	0,06	0,11	0,06	0,17	0,00	0,11	H	0,10	0,10	0,00	0,05	0,00	0,10
FY	0,11	0,06	0,11	0,06	0,06	0,00	FY	0,05	0,00	0,10	0,10	0,10	0,00

	K	F	T	E	H	FY		K	F	T	E	H	FY
K	0,00	0,17	0,11	0,17	0,11	0,11	K	0,00	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15
F	0,22	0,00	0,17	0,11	0,17	0,06	F	0,15	0,00	0,10	0,05	0,15	0,15
T	0,17	0,11	0,00	0,17	0,06	0,00	T	0,20	0,10	0,00	0,15	0,10	0,10
E	0,17	0,22	0,17	0,00	0,06	0,06	E	0,10	0,15	0,20	0,00	0,10	0,05
H	0,11	0,17	0,11	0,22	0,00	0,17	H	0,15	0,15	0,05	0,10	0,00	0,15
FY	0,17	0,11	0,17	0,11	0,11	0,00	FY	0,10	0,05	0,15	0,15	0,15	0,00

	K	F	T	E	H	FY		K	F	T	E	H	FY
K	0,00	0,22	0,16	0,22	0,17	0,17	K	0,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
F	0,22	0,00	0,22	0,17	0,22	0,11	F	0,20	0,00	0,15	0,10	0,20	0,20
T	0,22	0,17	0,00	0,22	0,11	0,06	T	0,20	0,15	0,00	0,20	0,15	0,15
E	0,22	0,22	0,22	0,00	0,11	0,11	E	0,15	0,20	0,20	0,00	0,15	0,10
H	0,17	0,22	0,16	0,22	0,00	0,22	H	0,20	0,20	0,10	0,15	0,00	0,20
FY	0,22	0,16	0,22	0,17	0,17	0,00	FY	0,15	0,10	0,20	0,20	0,20	0,00

Tablo 5.8. Karar vericilerde elde edilen ortalama normalleştirilmiş matris

	K	F	T	E	H	FY
K	0	0,147	0,105	0,116	0,073	0,063
F	0,127	0	0,095	0,085	0,105	0,041
l T	0,147	0,084	0	0,105	0,073	0,042
E	0,106	0,085	0,105	0	0,042	0
H	0,073	0,095	0,022	0,085	0	0,095
FY	0,095	0,032	0,053	0,042	0,073	0

	K	F	T	E	H	FY
K	0	0,2	0,157	0,169	0,126	0,115
F	0,18	0	0,148	0,137	0,158	0,094
m T	0,2	0,137	0	0,158	0,126	0,083
E	0,159	0,138	0,158	0	0,094	0,032
H	0,126	0,148	0,074	0,138	0	0,148
FY	0,148	0,085	0,084	0,094	0,126	0

	K	F	T	E	H	FY
K	0	0,211	0,2	0,211	0,179	0,168
F	0,211	0	0,201	0,18	0,2	0,146
u T	0,211	0,19	0	0,211	0,179	0,136
E	0,201	0,179	0,2	0	0,147	0,084
H	0,179	0,2	0,127	0,18	0	0,2
FY	0,201	0,138	0,137	0,147	0,179	0

Ortalama normalleştirilmiş matrisinin hesaplanması sonrasında toplam ilişki matrisi oluşturulur.

Uygulamada kolaylık olması için bulanık sayılar ilk(l), orta(m) ve son değer (u) olmak üzere üç ayrı matris şeklinde yazılmaya devam edilerek ve her birinin toplam ilişki matrisi eşitlik $\tilde{T} = \tilde{X} \cdot (I - \tilde{X})^{-1}$ den hesaplanmıştır. Tablo 5.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 5.9. Toplam ilişki matrisi

X * (I-X) MATRİSİNİN TERSİ							
	K	F	T	E	H	FY	
l	K	0,086	0,203	0,159	0,175	0,127	0,095
	F	0,19	0,069	0,144	0,144	0,149	0,076
	T	0,207	0,147	0,059	0,162	0,12	0,075
	E	0,158	0,133	0,143	0,053	0,082	0,029
	H	0,129	0,138	0,069	0,128	0,043	0,115
	FY	0,137	0,077	0,087	0,083	0,103	0,025
m	K	0,317	0,454	0,393	0,425	0,364	0,294
	F	0,451	0,272	0,371	0,387	0,375	0,27
	T	0,463	0,39	0,241	0,4	0,346	0,257
	E	0,39	0,352	0,344	0,226	0,287	0,188
	H	0,373	0,365	0,283	0,352	0,21	0,29
	FY	0,356	0,287	0,263	0,289	0,294	0,142
u	K	1,468	1,549	1,477	1,56	1,47	1,268
	F	1,608	1,344	1,447	1,507	1,456	1,229
	T	1,591	1,487	1,265	1,513	1,424	1,206
	E	1,443	1,348	1,308	1,207	1,275	1,059
	H	1,508	1,436	1,323	1,431	1,219	1,208
	FY	1,416	1,292	1,235	1,308	1,274	0,96

Toplam ilişki matrisi sonrasında $\tilde{D}_I$ ve $\tilde{R}_I$ değerlerinin hesaplanması yapılır.

$\tilde{D}_I$, $\tilde{T}$ matrisinde i .satırın elemanlarının toplamı, $\tilde{R}_I$ ise $\tilde{T}$ matrisinde i . sütunun elemanlarının toplamı ile elde edilerek, Tablo 5.10.'da gösterilmektedir.

Tablo 5.10. Ana kriterler için $\tilde{D}_I$ ve $\tilde{R}_I$ değerleri

$\tilde{D}_I$	$\tilde{R}_I$
SATIR TOPLAM	SÜTUN TOPLAM
0,845	0,907
0,772	0,768
0,77	0,661
0,599	0,744
0,621	0,624
0,512	0,415

$\tilde{D}_I$	$\tilde{R}_I$
SATIR TOPLAM	SÜTUN TOPLAM
2,248	2,351
2,127	2,121
2,098	1,895
1,788	2,079
1,874	1,877
1,632	1,442

$\tilde{D}_I$	$\tilde{R}_I$
SATIR TOPLAM	SÜTUN TOPLAM
8,792	9,034
8,59	8,455
8,485	8,054
7,64	8,526
8,125	8,118
7,485	6,93

Bir sonraki adımda ise $.D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerlerini hesaplanması yapılır.

(Denklem 4.13) ile BNP (Best Nonfuzzy Performance Value) yöntemi kullanılarak

$\tilde{D}_I$ ve $\tilde{R}_I$ için ayrı ayrı durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiş ve durulaştırılmış D_I ve R_I değerleri ifade edilir. Tablo 5.11.'de gösterilmektedir.

Tablo 5.11. Ana kriterler için Di +Ri ve Di -Ri değerleri hesaplaması

Kriterler	D	R	D+R	D-R	w_i	W_i
KALİTE(K)	11,884	12,292	24,176	-0,408	24,17954	0,19
FİYAT(F)	11,488	11,344	22,832	0,144	22,8325	0,18
TESLİMAT(T)	11,353	10,61	21,963	0,743	21,97604	0,17
ESNEKLİK(E)	10,026	11,349	21,375	-1,323	21,41629	0,16
HİZMET (H)	10,621	10,619	21,24	0,002	21,23952	0,16
FİRMA YAPISI(FY)	9,629	8,787	18,416	0,842	18,43523	0,14
Toplam					130,0791	

Ana kriterler için bulanık dematel uygulaması gerçekleştirilerek ağırlık değerlerine ulaşılmıştır. Yukarıda örnek teşkil eden adımlar, alt kriterlerin kendi içinde uygulandığında dilsel değerleri karar vericiler tarafından verilip sonrasında üçgensel bulanık sayı matrislerine dönüşümleri gerçekleştirilmiştir. Bu değerler baz alınarak excel üzerinde yapılan uygulama ile elde edilen alt kritere ait sonuç değerleri Tablo 5.12.'de gösterilmektedir.

Ayrıca bulanık dematel uygulaması sonucunda elde edilen tüm kriterlere ait ağırlık değerleri Tablo 5.13.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.12. Alt kriterlerin normalize ağırlıkları ve son ağırlık değerleri tablosu;

Kriterler	D	R	D+R	D-R	w_i	W_i	W
K1	8,577	9,189	17,766	-0,612	17,777	0,274	0,052
K2	9,124	7,565	16,689	1,559	16,761	0,259	0,049
K3	7,483	8,55	16,033	-1,068	16,069	0,248	0,047
K4	7,275	6,929	14,204	0,347	14,208	0,219	0,042
F1	21,791	23,151	44,941	-1,36	44,962	0,575	0,104
F2	23,151	3,923	27,074	19,227	33,207	0,425	0,076
T1	8,91	8,492	17,402	0,418	17,407	0,342	0,058
T2	7,179	9,222	16,402	-2,043	16,528	0,325	0,055
T3	9,25	7,625	16,875	1,625	16,953	0,333	0,057
E1	12,701	9,728	22,429	2,973	22,626	0,229	0,037

Tablo 5.12. (Devamı)

<i>Kriterler</i>	<i>D</i>	<i>R</i>	<i>D+R</i>	<i>D-R</i>	<i>w_i</i>	<i>W_i</i>	<i>W</i>
E2	13,559	13,038	26,597	0,521	26,602	0,269	0,043
E3	13,251	10,958	24,209	2,293	24,317	0,246	0,039
E4	12,003	13,148	25,151	-1,145	25,177	0,255	0,041
H1	20,189	19,129	39,319	1,06	39,333	0,326	0,052
H2	20,287	20,407	40,693	-0,12	40,694	0,338	0,054
H3	19,783	20,723	40,507	-0,94	40,517	0,336	0,054
FY1	10,698	10,747	21,445	-0,049	21,445	0,249	0,035
FY2	11,651	8,708	20,358	2,943	20,57	0,239	0,033
FY3	11,175	10,62	21,795	0,555	21,802	0,253	0,035
FY4	11,395	10,938	22,332	0,457	22,337	0,259	0,036

Tablo 5.13. Uygulanan bulanık dematel yöntemi sonrasında elde edilen kriterlere ait ağırlık değerleri

KRİTERLER	AĞIRLIKLAR
Kalite	0,19
1. Ürün kalitesi	0,051
2.Kalite sistemleri	0,048
3.Kalite kontrol yöntemleri/kalite iyileştirme çalışmaları	0,046
4.Ambalaj kalitesi	0,041
Fiyat	0,18
1.Ürün fiyatı	0,088
2. Ödeme Şartları	0,088
Teslimat	0,17
1.Zamanında teslimat	0,058
2. Doğru miktarda teslimat	0,055
3.Taşıma Maliyeti/Malın teslimat şekli	0,056
Esneklik	0,16
1.Ürün çeşitliğindeki değişime cevap verme	0,038
2.Üretim miktarlarındaki değişime cevap verebilme	0,044
3.Tasarımdaki değişimlere cevap verebilme	0,041
4.Termin tarihi değişikliklerine cevap verebilme	0,042

Tablo 5.13. (Devamı)

Hizmet	0,16
1. İletişim kolaylığı	0,054
2.Garantiler ve Şikayet politikaları	0,055
3.Satış sonrası hizmet	0,055
Firma yapısı	0,14
1. Teknik açıdan yeterlilik	0,036
2.Üretim tesisi ve kapasitesi	0,034
3.Güvenilirlik	0,036
4.Tecrübe	0,037

5.1.3. Alternatif tedarikçinin seçimi için bulanık topsis uygulanması

Alternatiflerin belirlenmesi; bulanık topsis uygulamasının ilk adımında piyasa araştırması ile alternatif olarak 6 adet tedarikçi belirlenmesi sağlamıştır.

Karar vericilerin değerlendirmesi; İkinci adımda firma ve kriterler karar vericiler tarafından dilsel ifadelerle değerlendirilmesi Tablo 5.14.'de gösterilmiştir ve bu dilsel değerler Tablo 4.4.'ü baz alınarak üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Bulanık sayılara dönüştürülmesinden sonra; karar vericilerin değerlerinin ortalaması alınarak bulanık karar matrisi elde edilir.

Tablo 5.14. Karar vericiler tarafından alternatiflerin kriterler bazında dilsel değerlendirilmesi

Kriterler	Alternatifler	KARAR VERİCİLER				
		KV 1	KV 2	KV 3	KV4	KV5
K1	A1	i	Oİ	O	O	Oİ
	A2	Oİ	O	Oİ	i	Oİ
	A3	i	Çİ	i	Çİ	Oİ
	A4	Çİ	i	i	Oİ	Çİ
	A5	K	OK	O	Oİ	O
	A6	OK	K	Oİ	i	O
K2	A1	Oİ	i	Oİ	i	i
	A2	Çİ	i	Oİ	Oİ	K
	A3	i	i	i	Çİ	i
	A4	i	Çİ	Çİ	i	Çİ
	A5	K	O	OK	Oİ	Oİ
	A6	O	OK	Oİ	OK	O

Tablo 5.14. (Devamı)

K3	A1	O	Oİ	Oİ	O	İ
	A2	OK	K	O	K	OK
	A3	Oİ	O	Oİ	İ	Oİ
	A4	İ	Oİ	İ	İ	Çİ
	A5	Oİ	O	OK	OK	O
	A6	K	OK	OK	O	K
K4	A1	İ	Oİ	Oİ	İ	O
	A2	K	OK	OK	K	O
	A3	Oİ	Oİ	İ	İ	İ
	A4	İ	Çİ	Çİ	İ	İ
	A5	O	Oİ	OK	OK	Oİ
	A6	Oİ	İ	İ	Oİ	Oİ
F1	A1	K	K	OK	OK	K
	A2	Oİ	Oİ	İ	Oİ	İ
	A3	İ	İ	Oİ	O	İ
	A4	İ	Oİ	Çİ	İ	İ
	A5	O	OK	Oİ	O	OK
	A6	Oİ	İ	İ	İ	İ
F2	A1	Oİ	İ	İ	Oİ	Oİ
	A2	OK	K	K	OK	O
	A3	Oİ	O	Oİ	İ	Oİ
	A4	Çİ	Oİ	İ	İ	Oİ
	A5	ÇK	K	OK	K	K
	A6	Oİ	İ	İ	İ	Oİ
T1	A1	İ	Oİ	O	Oİ	O
	A2	K	ÇK	K	OK	OK
	A3	Oİ	İ	İ	Çİ	İ
	A4	İ	İ	Çİ	İ	Oİ
	A5	Oİ	İ	İ	O	Oİ
	A6	OK	O	O	Oİ	OK
T2	A1	İ	Oİ	İ	İ	Oİ
	A2	Çİ	İ	İ	İ	Çİ
	A3	İ	Oİ	Çİ	İ	İ
	A4	İ	İ	İ	Çİ	Çİ
	A5	Oİ	İ	Oİ	İ	İ
	A6	O	O	Oİ	Oİ	İ
T3	A1	K	K	ÇK	K	OK
	A2	Oİ	O	Oİ	İ	Oİ
	A3	İ	İ	Oİ	Oİ	İ
	A4	Oİ	Çİ	Oİ	İ	İ
	A5	O	O	OK	OK	O
	A6	O	Oİ	O	OK	OK
E1	A1	K	K	ÇK	OK	K
	A2	Oİ	İ	O	Oİ	Oİ
	A3	O	O	OK	K	OK
	A4	İ	Oİ	İ	Çİ	İ
	A5	Oİ	İ	Oİ	Oİ	İ
	A6	K	OK	O	O	O
E2	A1	O	Oİ	Oİ	O	Oİ
	A2	İ	İ	Çİ	İ	İ
	A3	Oİ	Oİ	İ	Çİ	Oİ
	A4	Çİ	Oİ	İ	İ	Oİ
	A5	K	ÇK	K	OK	K
	A6	O	Oİ	Oİ	OK	OK
E3	A1	O	O	OK	O	OK
	A2	İ	Oİ	Oİ	İ	İ
	A3	Oİ	O	O	OK	O
	A4	Oİ	Oİ	İ	İ	İ
	A5	K	K	Oİ	OK	OK
	A6	Oİ	İ	İ	Oİ	Oİ

Tablo 5.14. (Devamı)

E4	A1	İ	İ	O	Oİ	Oİ
	A2	Çİ	O	Çİ	İ	ÇK
	A3	İ	Oİ	Oİ	O	İ
	A4	İ	Oİ	Oİ	Çİ	Oİ
	A5	O	Oİ	O	Oİ	Oİ
	A6	O	ÇK	OK	O	O
H1	A1	İ	İ	Çİ	Oİ	Oİ
	A2	Çİ	İ	İ	Oİ	İ
	A3	Oİ	O	Oİ	OK	O
	A4	Oİ	İ	İ	Oİ	İ
	A5	O	Oİ	Oİ	O	O
	A6	OK	K	K	OK	K
H2	A1	Oİ	Oİ	İ	O	Oİ
	A2	İ	İ	Çİ	Oİ	Oİ
	A3	Oİ	Oİ	O	İ	Oİ
	A4	Oİ	Oİ	İ	İ	İ
	A5	İ	İ	Oİ	İ	Oİ
	A6	O	OK	OK	K	OK
H3	A1	Oİ	İ	Çİ	İ	Çİ
	A2	O	Oİ	Oİ	O	K
	A3	Oİ	İ	Oİ	İ	İ
	A4	Çİ	Çİ	İ	İ	İ
	A5	K	ÇK	OK	OK	K
	A6	ÇK	K	K	OK	K
FY1	A1	OK	O	O	Oİ	O
	A2	İ	İ	Oİ	İ	İ
	A3	Oİ	Oİ	İ	O	O
	A4	Oİ	İ	İ	Çİ	Çİ
	A5	K	OK	K	O	O
	A6	O	Oİ	Oİ	Oİ	O
FY2	A1	Oİ	Oİ	İ	İ	O
	A2	O	O	OK	OK	O
	A3	Oİ	Oİ	O	O	İ
	A4	Oİ	İ	Oİ	İ	Çİ
	A5	Çİ	İ	İ	Oİ	Oİ
	A6	Çİ	ÇK	İ	K	İ
FY3	A1	O	O	OK	OK	K
	A2	Oİ	Oİ	İ	İ	Oİ
	A3	OK	K	K	ÇK	K
	A4	Çİ	İ	O	İ	İ
	A5	OK	K	OK	OK	OK
	A6	İ	İ	Oİ	İ	Oİ
FY4	A1	İ	İ	Oİ	Oİ	Oİ
	A2	Oİ	Oİ	İ	Oİ	İ
	A3	İ	İ	Oİ	Oİ	Oİ
	A4	İ	Çİ	Çİ	İ	İ
	A5	K	K	ÇK	K	K
	A6	Oİ	İ	Oİ	Oİ	Oİ

Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması; normalleştirilmiş karar matrisi, (Denklem 4.21) formülü kullanılarak bulanık karar matrisindeki, bulanık sayılarının ilk, orta ve son değerlerinin; son değerin en büyüğüne bölünmesi ile elde edilmiştir. Bulunan sonuçlar Tablo 5.15.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.15. Elde edilen Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Normalize Edilmiş Karar Matrisi						
Alternatif	K1			K2		
A1	0,469	0,673	0,857	0,62	0,82	0,96
A2	0,51	0,714	0,898	0,52	0,68	0,82
A3	0,755	0,918	1	0,74	0,92	1
A4	0,755	0,918	1	0,82	0,96	1
A5	0,245	0,429	0,633	0,28	0,46	0,66
A6	0,327	0,51	0,694	0,26	0,46	0,66
Alternatif	K3			K4		
A1	0,469	0,673	0,857	0,54	0,74	0,9
A2	0,102	0,265	0,469	0,1	0,26	0,46
A3	0,51	0,714	0,898	0,62	0,82	0,96
A4	0,714	0,898	1	0,78	0,94	1
A5	0,265	0,469	0,673	0,3	0,5	0,7
A6	0,102	0,265	0,469	0,58	0,78	0,94
Alternatif	F1			F2		
A1	0,041	0,184	0,388	0,604	0,813	0,979
A2	0,592	0,796	0,959	0,104	0,271	0,479
A3	0,592	0,796	0,939	0,521	0,729	0,917
A4	0,714	0,898	1	0,688	0,875	1
A5	0,265	0,469	0,673	0,021	0,125	0,313
A6	0,673	0,878	1	0,646	0,854	1
Alternatif	T1			T2		
A1	0,469	0,673	0,857	0,62	0,82	0,96
A2	0,041	0,163	0,347	0,78	0,94	1
A3	0,714	0,898	1	0,7	0,88	0,98
A4	0,714	0,898	1	0,78	0,94	1
A5	0,551	0,755	0,918	0,62	0,82	0,96
A6	0,265	0,469	0,673	0,46	0,66	0,84
Alternatif	T3			E1		
A1	0,646	0,125	0,313	0,02	0,122	0,306
A2	0,813	0,729	0,917	0,51	0,714	0,898
A3	0,729	0,854	1	0,163	0,347	0,551
A4	0,813	0,875	1	0,714	0,898	1
A5	0,646	0,438	0,646	0,592	0,796	0,959
A6	0,479	0,479	0,688	0,204	0,388	0,592
Alternatif	E2			E3		
A1	0,42	0,62	0,82	0,229	0,438	0,646
A2	0,74	0,92	1	0,646	0,854	1
A3	0,62	0,8	0,94	0,313	0,521	0,729
A4	0,66	0,84	0,96	0,646	0,854	1
A5	0,02	0,12	0,3	0,146	0,313	0,521
A6	0,3	0,5	0,7	0,604	0,813	0,979
Alternatif	E4			H1		
A1	0,574	0,787	0,957	0,673	0,857	0,98
A2	0,596	0,723	0,809	0,714	0,898	1
A3	0,574	0,787	0,957	0,347	0,551	0,755
A4	0,66	0,851	1	0,633	0,837	0,98
A5	0,447	0,66	0,872	0,388	0,592	0,796
A6	0,213	0,383	0,574	0,041	0,184	0,388

Tablo 5.15. (Devamı)

Alternatif	H2			H3		
A1	0,521	0,729	0,917	0,74	0,9	0,98
A2	0,688	0,875	1	0,32	0,5	0,7
A3	0,521	0,729	0,917	0,62	0,82	0,96
A4	0,646	0,854	1	0,78	0,94	1
A5	0,646	0,854	1	0,04	0,16	0,34
A6	0,125	0,313	0,521	0,02	0,12	0,3
Alternatif	FY1			FY2		
A1	0,306	0,51	0,714	0,563	0,771	0,938
A2	0,673	0,878	1	0,229	0,438	0,646
A3	0,469	0,673	0,857	0,479	0,688	0,875
A4	0,755	0,918	1	0,688	0,875	1
A5	0,143	0,306	0,51	0,688	0,875	1
A6	0,429	0,633	0,837	0,479	0,604	0,708
Alternatif	FY3			FY4		
A1	0,167	0,354	0,563	0,58	0,78	0,94
A2	0,604	0,813	0,979	0,58	0,78	0,94
A3	0,021	0,125	0,313	0,58	0,78	0,94
A4	0,688	0,875	0,979	0,78	0,94	1
A5	0,083	0,271	0,479	0	0,08	0,26
A6	0,646	0,854	1	0,54	0,74	0,92

Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin hesaplanması; bulanık dematel yöntemi ile elde edilen kriterlerin ağırlıklarından yararlanarak, normalleştirilmiş karar matrisini ile çarpımı gerçekleşince ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisini elde edilir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.16.'da gösterilmiştir.

Tablo 5.16. Elde edilen Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi

Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisi						
Alternatif	K1			K2		
A1	0,469	0,673	0,857	0,62	0,82	0,96
A2	0,51	0,714	0,898	0,52	0,68	0,82
A3	0,755	0,918	1	0,74	0,92	1
A4	0,755	0,918	1	0,82	0,96	1
A5	0,245	0,429	0,633	0,28	0,46	0,66
A6	0,327	0,51	0,694	0,26	0,46	0,66
Alternatif	K3			K4		
A1	0,024	0,035	0,045	0,028	0,039	0,047
A2	0,005	0,014	0,024	0,005	0,014	0,024
A3	0,027	0,037	0,047	0,032	0,043	0,05
A4	0,037	0,047	0,052	0,041	0,049	0,052
A5	0,014	0,024	0,035	0,016	0,026	0,036
A6	0,005	0,014	0,024	0,03	0,041	0,049

Tablo 5.16. (Devamı)

Alternatif	F1			F2		
A1	0,002	0,01	0,02	0,031	0,042	0,051
A2	0,031	0,041	0,05	0,005	0,014	0,025
A3	0,031	0,041	0,049	0,027	0,038	0,048
A4	0,037	0,047	0,052	0,036	0,046	0,052
A5	0,014	0,024	0,035	0,001	0,007	0,016
A6	0,035	0,046	0,052	0,034	0,045	0,052

Alternatif	T1			T2		
A1	0,024	0,035	0,045	0,032	0,043	0,05
A2	0,002	0,009	0,018	0,041	0,049	0,052
A3	0,037	0,047	0,052	0,036	0,046	0,051
A4	0,037	0,047	0,052	0,041	0,049	0,052
A5	0,029	0,039	0,048	0,032	0,043	0,05
A6	0,014	0,024	0,035	0,024	0,034	0,044

Alternatif	T3			E1		
A1	0,034	0,007	0,016	0,001	0,006	0,016
A2	0,042	0,038	0,048	0,027	0,037	0,047
A3	0,038	0,045	0,052	0,009	0,018	0,029
A4	0,042	0,046	0,052	0,037	0,047	0,052
A5	0,034	0,023	0,034	0,031	0,041	0,05
A6	0,025	0,025	0,036	0,011	0,02	0,031

Alternatif	E2			E3		
A1	0,022	0,032	0,043	0,012	0,023	0,034
A2	0,039	0,048	0,052	0,034	0,045	0,052
A3	0,032	0,042	0,049	0,016	0,027	0,038
A4	0,034	0,044	0,05	0,034	0,045	0,052
A5	0,001	0,006	0,016	0,008	0,016	0,027
A6	0,016	0,026	0,036	0,031	0,042	0,051

Alternatif	E3			H1		
A1	0,03	0,041	0,05	0,035	0,045	0,051
A2	0,031	0,038	0,042	0,037	0,047	0,052
A3	0,03	0,041	0,05	0,018	0,029	0,039
A4	0,034	0,044	0,052	0,033	0,044	0,051
A5	0,023	0,034	0,045	0,02	0,031	0,041
A6	0,011	0,02	0,03	0,002	0,01	0,02

Alternatif	H2			H3		
A1	0,027	0,038	0,048	0,039	0,047	0,051
A2	0,036	0,046	0,052	0,017	0,026	0,036
A3	0,027	0,038	0,048	0,032	0,043	0,05
A4	0,034	0,045	0,052	0,041	0,049	0,052
A5	0,034	0,045	0,052	0,002	0,008	0,018
A6	0,007	0,016	0,027	0,001	0,006	0,016

Tablo 5.16. (Devamı)

Alternatif	FY1				FY2	
A1	0,016	0,027	0,037	0,029	0,04	0,049
A2	0,035	0,046	0,052	0,012	0,023	0,034
A3	0,024	0,035	0,045	0,025	0,036	0,046
A4	0,039	0,048	0,052	0,036	0,046	0,052
A5	0,007	0,016	0,027	0,036	0,046	0,052
A6	0,022	0,033	0,044	0,025	0,031	0,037

Alternatif	FY3				FY4	
A1	0,009	0,018	0,029	0,03	0,041	0,049
A2	0,031	0,042	0,051	0,03	0,041	0,049
A3	0,001	0,007	0,016	0,03	0,041	0,049
A4	0,036	0,046	0,051	0,041	0,049	0,052
A5	0,004	0,014	0,025	0	0,004	0,014
A6	0,034	0,045	0,052	0,028	0,039	0,048

Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözümün belirlenmesi; A^+ 'da alternatif sayısı kadar (1, 1, 1) , A^- ' de alternatif sayısı kadar (0, 0, 0) değeri yazılır.

Bulanık ideal çözümlerden uzaklıkların hesaplanması; Bu adım da öncelikli olarak uzaklıklarını hesaplamak için bir önceki adımda elde etmiş olduğumuz ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisindeki alternatiflerin kriterler için olan değerlerinin $BPIÇ$ ' ten ve $BNİÇ$ ' ten olan uzaklıkları Vertex Yöntemi ile (Denklem 4.26) eşitliği kullanılarak hesap edilir.

Bu işlem sonrasında (Denklem 4.24) eşitliliği baz alınarak bir alternatifin tüm kriterler için $BPIÇ$ ' ten olan uzaklıkları toplanır, (di^*) olarak ifade edilen alternatifin $BPIÇ$ ' ten olan uzaklığını gösterir. (Denklem 4.25) eşitliği baz alınarak ise; tüm kriterler için alternatifin $BNİÇ$ ' ten olan uzaklıkları toplanır, (di^-) ile ifade edilen alternatifin $BNİÇ$ ' ten olan uzaklığını gösterir.

Tüm kriterler için alternatifleri $BPIÇ$ ' ten olan uzaklıkları Tablo 5.17.'de, $BNİÇ$ ' ten olan uzaklıkları Tablo 5.18.'de görülmektedir. Bunun ile birlikte di^* ve di^- değerleri de Tablo 5.19.' da gösterilmiştir.

Tablo 5.17. BPİÇ' ten olan uzaklık

Kriterler	Karar Vericiler					
	d(A1,A*)	d(A2,A*)	d(A3,A*)	d(A4,A*)	d(A5,A*)	d(A6,A*)
K1	0,965	0,963	0,954	0,954	0,977	0,973
K2	0,958	0,965	0,954	0,952	0,976	0,976
K3	0,965	0,985	0,963	0,955	0,976	0,985
K4	0,962	0,986	0,958	0,953	0,974	0,96
F1	0,989	0,959	0,96	0,955	0,976	0,956
F2	0,958	0,985	0,962	0,956	0,992	0,957
T1	0,965	0,99	0,955	0,955	0,961	0,976
T2	0,958	0,953	0,956	0,953	0,958	0,966
T3	0,981	0,957	0,955	0,953	0,97	0,971
E1	0,992	0,963	0,982	0,955	0,959	0,979
E2	0,968	0,954	0,959	0,957	0,992	0,974
E3	0,977	0,957	0,973	0,957	0,983	0,958
E4	0,96	0,963	0,96	0,956	0,966	0,98
H1	0,956	0,955	0,971	0,957	0,969	0,989
H2	0,962	0,956	0,962	0,957	0,957	0,983
H3	0,955	0,974	0,958	0,953	0,991	0,992
FY1	0,973	0,956	0,965	0,954	0,983	0,967
FY2	0,961	0,977	0,965	0,956	0,956	0,969
FY3	0,981	0,958	0,992	0,956	0,986	0,957
FY4	0,96	0,784	0,96	0,953	0,994	0,962

Tablo 5.18. BNİÇ' ten olan uzaklık

Kriterler	Karar Verici					
	d(A1,A-)	d(A2,A-)	d(A3,A-)	d(A4,A-)	d(A5,A-)	d(A6,A-)
K1	0,036	0,038	0,047	0,047	0,024	0,028
K2	0,042	0,036	0,047	0,048	0,026	0,025
K3	0,036	0,017	0,038	0,046	0,026	0,017
K4	0,039	0,016	0,042	0,047	0,027	0,041
F1	0,013	0,042	0,041	0,046	0,026	0,045
F2	0,042	0,017	0,039	0,045	0,01	0,044
T1	0,036	0,012	0,046	0,046	0,039	0,026
T2	0,042	0,047	0,045	0,047	0,042	0,035
T3	0,022	0,043	0,045	0,047	0,03	0,029
E1	0,01	0,038	0,02	0,046	0,042	0,022
E2	0,033	0,047	0,042	0,043	0,01	0,027
E3	0,024	0,044	0,029	0,044	0,019	0,042
E4	0,041	0,037	0,041	0,044	0,036	0,022
H1	0,044	0,046	0,03	0,043	0,032	0,013
H2	0,039	0,045	0,039	0,044	0,044	0,019
H3	0,046	0,028	0,042	0,047	0,011	0,01
FY1	0,028	0,045	0,036	0,047	0,018	0,034
FY2	0,04	0,024	0,036	0,045	0,045	0,032
FY3	0,021	0,042	0,01	0,045	0,017	0,044
FY4	0,041	0,041	0,041	0,047	0,008	0,039

Tablo 5.19. di* ve di- değerleri

Alternatifler	di*	di-
A1	19,34938	0,674554
A2	19,14035	0,702945
A3	19,26359	0,754244
A4	19,09312	0,915337
A5	19,49529	0,53289
A6	19,43151	0,593065

Yakınlık katsayılarının hesaplanması; BPİÇ ve BNİÇ’ ten olan uzaklıklar hesaplandıktan sonra, her alternatifin yakınlık katsayıları (Denklem 4.27) ve (Denklem 4.28) numaralı formül kullanılarak bulunur. Her alternatifin yakınlık katsayısı değerleri Tablo 5.20.’de gösterilmiştir.

Tablo 5.20. Alternatiflerin yakınlık katsayıları

	CCİ
A1	0,034
A2	0,035
A3	0,038
A4	0,046
A5	0,027
A6	0,03

5.1.4. Bulanık doğrusal programlama uygulaması

Bulanık dematel ve bulanık topsis yöntemleri kullanılarak alternatif tedarikçiler değerlendirilmiştir. Bu kısımda alternatif tedarikçilere kapasite; talep ve kalite kısıtları göz önüne alınarak optimum sipariş miktarlarının bulanık doğrusal programlama ile ataması gerçekleştirilmiştir. Oluşan talep, kapasiteleri ve kalite değeri kesin olmamakta birlikte, değişken olduğu varsayıldığı için bu model seçilmiştir.

Ele alınan bu uygulamada talep, kapasite, firma uygunsuzluk oranları belirsizlik içerdiği için kısıtların sağ taraf değerlerinde bulanıklık söz konusudur. Amaç fonksiyonunda bulanıklık söz konusu olmadığı için sadece sağ taraf kısıt değerleri için tolerans değerleri belirlenmiştir; bu değer talep ve kapasite için 1000 adet olarak, kalite uygunsuzluk oranı için ise 0,005 oranı olarak belirlenmiştir. Bu değerler

alındığında elde edilen üyelik fonksiyonlar $\mu_1; \mu_2; \mu_3; \mu_4; \mu_5; \mu_6; \mu_7; \mu_8; \mu_9; \mu_{10}; \mu_{11}; \mu_{12}; \mu_{13}; \mu_{14}$ eşitliklerinde gösterilmiştir.

İndisler;

$i=1,2,\dots,m$ ($m=6$ tedarikçi sayısını ifade eder)

$j=1,2,\dots,n$ ($n=4$ ürün çeşit sayısını ifade eder)

Parametreler;

Q_{ij} =i tedarikçisinin j üründen olan sipariş miktarı

W_i =tedarikçi ağırlık değerleri

T_i = j ürününe ait sipariş-talep miktarı

K_i = i tedarikçisinin işletme için ayabileceği toplam kapasite miktarı

a_i = i tedarikçisinin uygunsuzluk oran değeri

b_i = j ürünü için firmanın kabul edilebilir uygunsuzluk oranı

Alternatif tedarikçilere ait ağırlık, kapasite miktarları ve kalite uygunsuzluk oranlarına ait veriler Tablo 5.21.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.21. Tedarikçilere ait değerler

i	W_i	K_i	a_i
1	0,034	8000	0,003
2	0,035	10000	0,005
3	0,038	12000	0,008
4	0,046	10000	0,006
5	0,027	11000	0,005
6	0,03	15000	0,004

4 çeşit ürüne ait firmanın talep ettiği ihtiyaç olan sipariş adetleri ve kalite uygunsuzluk oranları Tablo 5.22.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.22. Ürün çeşitlere ait değerler

j	T_j	b_j
1	5000	0,002
2	6000	0,002
3	6000	0,002
4	8000	0,002

Amaç fonksiyonu; tedarikçilere optimum sipariş miktarlarını belirleyerek; toplam karı ve sipariş verimliliğini maksimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda oluşan maksimizasyon fonksiyonları üzerinde kriterler için sırası ile bulanık topsis ile elde edilen yakınlık değerleri katsayı olarak kullanılmıştır.

Tedarikçi ağırlıkları ile tedarikçiden alınacak sipariş miktarı için (Denklem 5.1) ile gösterilmiştir.

$$Max Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij} w_i \quad (5.1)$$

$$MaxZ=0.034*Q_{11}+0.034*Q_{12}+0.034*Q_{13}+0.034*Q_{14}+0.035*Q_{21}+0.035*Q_{22}+0.035*Q_{23}+0.035*Q_{24}+0.038*Q_{31}+0.038*Q_{32}+0.038*Q_{33}+0.038*Q_{34}+0.046*Q_{41}+0.046*Q_{42}+0.046*Q_{43}+0.046*Q_{44}+0.027*Q_{51}+0.027*Q_{52}+0.027*Q_{53}+0.027*Q_{54}+0.03*Q_{61}+0.03*Q_{62}+0.03*Q_{63}+0.03*Q_{64};$$

Kısıtlar;

Amaç fonksiyonunu gerçekleştirmeye çalışırken bağlı olunması gereken kısıtlar vardır. Uygulamada bunlar talep, kalite uygunsuzluk ve kapasite kısıtlarıdır.(Denklem 5.2) ; (Denklem 5.3) ; (Denklem 5.4) ile gösterilmiştir.

Talep kısıtları;

$$\sum_{i=1}^n Q_{ij} = T_j \quad (5.2)$$

$$\mu_1 = \begin{cases} 1; & Q_{11} + Q_{21} + Q_{31} + Q_{41} + Q_{51} + Q_{61} < 5000 \\ 1 - \frac{Q_{11} + Q_{21} + Q_{31} + Q_{41} + Q_{51} + Q_{61} - 5000}{1000}; & 5000 \leq Q_{11} + Q_{21} + Q_{31} + Q_{41} + Q_{51} + Q_{61} \leq 6000 \\ 0; & Q_{11} + Q_{21} + Q_{31} + Q_{41} + Q_{51} + Q_{61} > 5000 \end{cases}$$

$$\mu_2 = \begin{cases} 1; & Q_{12} + Q_{22} + Q_{32} + Q_{42} + Q_{52} + Q_{62} < 6000 \\ 1 - \frac{Q_{12} + Q_{22} + Q_{32} + Q_{42} + Q_{52} + Q_{62} - 6000}{1000}; & 6000 \leq Q_{12} + Q_{22} + Q_{32} + Q_{42} + Q_{52} + Q_{62} \leq 7000 \\ 0; & Q_{12} + Q_{22} + Q_{32} + Q_{42} + Q_{52} + Q_{62} > 7000 \end{cases}$$

$$\mu_3 = \begin{cases} 1; & Q_{13} + Q_{23} + Q_{33} + Q_{43} + Q_{53} + Q_{63} < 6000 \\ 1 - \frac{Q_{13} + Q_{23} + Q_{33} + Q_{43} + Q_{53} + Q_{63} - 6000}{1000}; & 6000 \leq Q_{13} + Q_{23} + Q_{33} + Q_{43} + Q_{53} + Q_{63} \leq 7000 \\ 0; & Q_{13} + Q_{23} + Q_{33} + Q_{43} + Q_{53} + Q_{63} > 7000 \end{cases}$$

$$\mu_4 = \begin{cases} 1; & Q_{14} + Q_{24} + Q_{34} + Q_{44} + Q_{54} + Q_{64} < 8000 \\ 1 - \frac{Q_{14} + Q_{24} + Q_{34} + Q_{44} + Q_{54} + Q_{64} - 8000}{1000}; & 8000 \leq Q_{14} + Q_{24} + Q_{34} + Q_{44} + Q_{54} + Q_{64} \leq 9000 \\ 0; & Q_{13} + Q_{23} + Q_{33} + Q_{43} + Q_{53} + Q_{63} > 8000 \end{cases}$$

Kapasite Kısıtları;

$$\sum_{l=1}^n Q_{lj} \leq K_i \quad (5.3)$$

$$\mu_5 = \begin{cases} 1; & Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} < 8000 \\ 1 - \frac{Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} - 8000}{1000}; & 8000 \leq Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} \leq 9000 \\ 0; & Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} > 9000 \end{cases}$$

$$\mu_6 = \begin{cases} 1; & Q_{21} + Q_{22} + Q_{23} + Q_{24} < 10000 \\ 1 - \frac{Q_{21} + Q_{22} + Q_{23} + Q_{24} - 10000}{1000}; & 10000 \leq Q_{21} + Q_{22} + Q_{23} + Q_{24} \leq 11000 \\ 0; & Q_{21} + Q_{22} + Q_{23} + Q_{24} > 11000 \end{cases}$$

$$\mu_7 = \begin{cases} 1; & Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} < 12000 \\ 1 - \frac{Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} - 12000}{1000}; & 12000 \leq Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} \leq 13000 \\ 0; & Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} > 13000 \end{cases}$$

$$\mu_8 = \begin{cases} 1; & Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} < 10000 \\ 1 - \frac{Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} - 10000}{1000}; & 10000 \leq Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} \leq 11000 \\ 0; & Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} > 11000 \end{cases}$$

$$\mu_9 = \begin{cases} 1; & Q_{51} + Q_{52} + Q_{53} + Q_{54} < 11000 \\ 1 - \frac{Q_{51} + Q_{52} + Q_{53} + Q_{54} - 11000}{1000}; & 11000 \leq Q_{51} + Q_{52} + Q_{53} + Q_{54} \leq 12000 \\ 0; & Q_{51} + Q_{52} + Q_{53} + Q_{54} > 12000 \end{cases}$$

$$\mu_{10} = \begin{cases} 1; & Q_{61} + Q_{62} + Q_{63} + Q_{64} < 15000 \\ 1 - \frac{Q_{61} + Q_{62} + Q_{63} + Q_{64} - 15000}{1000}; & 15000 \leq Q_{61} + Q_{62} + Q_{63} + Q_{64} \leq 16000 \\ 0; & Q_{61} + Q_{62} + Q_{63} + Q_{64} > 16000 \end{cases}$$

Kalite kısıtları;

$$\sum_{i=1}^n Q_{ij} \times a_i \leq b_j \times T_j \quad (5.4)$$

$$\mu_{11} = \begin{cases} 1; & 0,003Q_{11} + 0,005Q_{12} + 0,008Q_{13} + 0,006Q_{14} + 0,005Q_{15} + 0,004Q_{16} < 10 \\ 1 - \frac{0,003Q_{11} + 0,005Q_{12} + 0,008Q_{13} + 0,006Q_{14} + 0,005Q_{15} + 0,004Q_{16} - 10}{0,005}; & 10 \leq 0,003Q_{11} \\ 0,005Q_{12} + 0,008Q_{13} + 0,006Q_{14} + 0,005Q_{15} + 0,004Q_{16} \leq 35 \\ 0; & 0,003Q_{11} + 0,005Q_{12} + 0,008Q_{13} + 0,006Q_{14} + 0,005Q_{15} + 0,004Q_{16} > 35 \end{cases}$$

$$\mu_{12} = \begin{cases} 1; & 0,003Q_{12} + 0,005Q_{22} + 0,008Q_{32} + 0,006Q_{42} + 0,005Q_{52} + 0,004Q_{62} < 12 \\ 1 - \frac{0,003Q_{12} + 0,005Q_{22} + 0,008Q_{32} + 0,006Q_{42} + 0,005Q_{52} + 0,004Q_{62} - 12}{0,005}; & 12 \leq 0,003Q_{12} \\ 0,005Q_{22} + 0,008Q_{32} + 0,006Q_{42} + 0,005Q_{52} + 0,004Q_{62} \leq 42 \\ 0; & 0,003Q_{12} + 0,005Q_{22} + 0,008Q_{32} + 0,006Q_{42} + 0,005Q_{52} + 0,004Q_{62} > 42 \end{cases}$$

$$\mu_{13} = \begin{cases} 1; & 0,003Q_{13} + 0,005Q_{23} + 0,008Q_{33} + 0,006Q_{43} + 0,005Q_{53} + 0,004Q_{63} < 12 \\ 1 - \frac{0,003Q_{13} + 0,005Q_{23} + 0,008Q_{33} + 0,006Q_{43} + 0,005Q_{53} + 0,004Q_{63} - 12}{0,005}; & 12 \leq 0,003Q_{13} \\ 0,005Q_{23} + 0,008Q_{33} + 0,006Q_{43} + 0,005Q_{53} + 0,004Q_{63} \leq 42 \\ 0; & 0,003Q_{13} + 0,005Q_{23} + 0,008Q_{33} + 0,006Q_{43} + 0,005Q_{53} + 0,004Q_{63} > 42 \end{cases}$$

$$\mu_{14} = \begin{cases} 1; & 0,003Q_{14} + 0,005Q_{24} + 0,008Q_{34} + 0,006Q_{44} + 0,005Q_{54} + 0,004Q_{64} < 16 \\ 1 - \frac{0,003Q_{14} + 0,005Q_{24} + 0,008Q_{34} + 0,006Q_{44} + 0,005Q_{54} + 0,004Q_{64} - 16}{0,005}; & 16 \leq 0,003Q_{14} \\ 0,005Q_{24} + 0,008Q_{34} + 0,006Q_{44} + 0,005Q_{54} + 0,004Q_{64} \leq 56 \\ 0; & 0,003Q_{14} + 0,005Q_{24} + 0,008Q_{34} + 0,006Q_{44} + 0,005Q_{54} + 0,004Q_{64} > 56 \end{cases}$$

Verdegay yaklaşımı kullanılarak problemin çözümünde kullanılmak için elde edilen model aşağıdaki gibidir;

$$\begin{aligned} MaxZ = & 0.034*Q_{11} + 0.034*Q_{12} + 0.034*Q_{13} + 0.034*Q_{14} + 0.035*Q_{21} + 0.035*Q_{22} + 0.035* \\ & Q_{23} + 0.035*Q_{24} + 0.038*Q_{31} + 0.038*Q_{32} + 0.038*Q_{33} + 0.038*Q_{34} + 0.046*Q_{41} + 0.046*Q_{42} \\ & + 0.046*Q_{43} + 0.046*Q_{44} + 0.027*Q_{51} + 0.027*Q_{52} + 0.027*Q_{53} + 0.027*Q_{54} + 0.03*Q_{61} + 0.03* \\ & Q_{62} + 0.03*Q_{63} + 0.03*Q_{64}; \end{aligned}$$

$$Q_{11} + Q_{21} + Q_{31} + Q_{41} + Q_{51} + Q_{61} = 1000\theta + 5000$$

$$Q_{12} + Q_{22} + Q_{32} + Q_{42} + Q_{52} + Q_{62} = 1000\theta + 6000$$

$$Q_{13} + Q_{23} + Q_{33} + Q_{43} + Q_{53} + Q_{63} = 1000\theta + 6000$$

$$Q_{14} + Q_{24} + Q_{34} + Q_{44} + Q_{54} + Q_{64} = 1000\theta + 8000$$

$$Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} \leq 1000\theta + 8000$$

$$Q_{21} + Q_{22} + Q_{23} + Q_{24} \leq 1000\theta + 10000$$

$$Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} \leq 1000\theta + 12000$$

$$Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} \leq 1000\theta + 10000$$

$$Q_{51} + Q_{52} + Q_{53} + Q_{54} \leq 1000\theta + 11000$$

$$Q_{61} + Q_{62} + Q_{63} + Q_{64} \leq 1000\theta + 15000$$

$$0,003Q_{11} + 0,005Q_{21} + 0,008Q_{31} + 0,006Q_{41} + 0,005Q_{51} + 0,004Q_{61} \leq 0,005\theta + 10$$

$$0,003Q_{12} + 0,005Q_{22} + 0,008Q_{32} + 0,006Q_{42} + 0,005Q_{52} + 0,004Q_{62} \leq 0,005\theta + 12$$

$$0,003Q_{13} + 0,005Q_{23} + 0,008Q_{33} + 0,006Q_{43} + 0,005Q_{53} + 0,004Q_{63} \leq 0,005\theta + 12$$

$$0,003Q_{14} + 0,005Q_{24} + 0,008Q_{34} + 0,006Q_{44} + 0,005Q_{54} + 0,004Q_{64} \leq 0,005\theta + 16$$

Oluşturulan modelin Lingo ile çözümü sonra elde edilen sonuç görüntüsü ektedir. $\theta = 1$ olduğunda amaç fonksiyonu maksimuma ulaşır.

```

Global optimal solution found.
Objective value:                1010.413
Objective bound:                1010.413
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        43
Elapsed runtime seconds:        0.13

Model Class:                    MILP

Total variables:                25
Nonlinear variables:            0
Integer variables:              24

Total constraints:              15
Nonlinear constraints:          0

Total nonzeros:                107
Nonlinear nonzeros:            0

```



Variable	Value	Reduced Cost
Q11	2673.000	-0.3400000E-01
Q12	0.000000	-0.3400000E-01
Q13	0.000000	-0.3400000E-01
Q14	6327.000	-0.3400000E-01
Q21	0.000000	-0.3500000E-01
Q22	1.000000	-0.3500000E-01
Q23	1.000000	-0.3500000E-01
Q24	0.000000	-0.3500000E-01
Q31	0.000000	-0.3800000E-01
Q32	0.000000	-0.3800000E-01
Q33	0.000000	-0.3800000E-01
Q34	0.000000	-0.3800000E-01
Q41	1837.000	-0.4600000E-01
Q42	1000.000	-0.4600000E-01
Q43	1960.000	-0.4600000E-01
Q44	2673.000	-0.4600000E-01
Q51	0.000000	-0.2700000E-01
Q52	0.000000	-0.2700000E-01
Q53	5039.000	-0.2700000E-01
Q54	0.000000	-0.2700000E-01
Q61	1490.000	-0.3000000E-01
Q62	5999.000	-0.3000000E-01
Q63	0.000000	-0.3000000E-01
Q64	0.000000	-0.3000000E-01
X	1.000000	0.000000

Şekil 5.1. Lingo çıktı görüntüleri

Elde edilen optimum çözüm için tedarikçi bazında verilmesi gerekli olan sipariş adetleri tabloda gözüktüğü gibidir.

Tablo 5.23. Tedarikçi bazında verilmesi gerekli olan sipariş adetler

	1. ürün	2. ürün	3. ürün	4 ürün
A1	2673			6327
A2		1000	1000	
A3				
A4	1837	1000	1960	2673
A5			5093	
A6	1490	5999		

BÖLÜM 6. SONUÇ

Tedarikçi seçimi firmanın başarısını etkileyen en önemli unsurlar arasında yer olmaktadır. Firma performansı; firmanın kabiliyet ve başarıları kadar firmanın birlikte çalıştığı dış kaynakların performanslarından da direkt etkilenmektedir. Bu sebeplerden dolayı başarılı olabilmek ve başarının devamlılığını sağlayabilmek için tedarik zincirlerine gereken önem verilerek en iyi şekilde yönetimi sağlanmalı ve tedarikçi seçimi yapılır iken alınan kararlarda hem firmanın hem de içinde bulundukları sistemin devamlılığını düşünmelidir.

Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın yeni gireceği bir proje için en uygun tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Tedarikçi değerlendirmede kullanılan kriterlerin ağırlık değerleri bulanık DEMATEL yöntemi ile belirlenmiş olup; tedarikçilerin bu kriterler altında değerlendirilip sıralanmasında ise bulanık TOPSİS yöntemi ile uygulanmıştır. Devamında bulanık çok amaçlı doğrusal programlama yöntemi ile tedarikçilere optimum sipariş miktarlarının atanması adına bir model oluşturulmuş ve çözümlenmiştir. Ele alınan problemde firmada uzman kişilerden oluşan 5 kişilik ekip görüşleri ile birlikte ve literatürdeki çalışmalarda değerlendirilerek firma için önemli olan 6 ana kriter ve bunların altında 20 alt kriter seçilmiş ve uygulanan bulanık dematel ve bulanık topsis yöntemi ile tedarikçiler değerlendirilmiştir. Değerlendirme sıralaması elde edilen yakınlık değerleri yüksek olandan düşüğe doğru A4; 0,046 , A3;0,038, A2;0,035, A1;0,034 , A6;0,030 , A5;0,027 'tür. Firma 4 çeşit aynı türden ürünün tedariği için ilgili alternatiflerden hangisinden ne kadar adette sipariş alması gerektiği için Bulanık doğrusal programa ile model oluşturmuştur; bu model Lingo ile çözümü sağlanmıştır.

Elde edilen optimum çözüm sonrasında tedarikçiden alınması gereken değerler Tablo 5.23.'de gösterilmiştir. Firmaya ilgili ürünlerden belirlenen sipariş miktarları kadar siparişlerin optimum olduğu yönde öneride bulunulmuştur.



KAYNAKLAR

- [1] Weber, C. A., Current, J. ve Desai, A., An optimization approach to determining the number of vendors to employ. Supply Chain Management: An International Journal, 90-98, 2000.
- [2] Özel, B. ve Özyörük B., Bulanık aksiyomatik tasarım ile tedarikçi firma seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 415-423, 2007.
- [3] Yang, B., Wu, Y. ve Yin, M., Supplier selection modeling and analysis based on polychromatic sets. In Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems II., 1481-1485, 2007.
- [4] Kopczak, L.R., Logistics Partnership and Supply Chain Restructuring: Survey Results From the US Computer Industry. Production and Operations Management, 6(3), 226-247, 1997.
- [5] Chopra, S. ve Meindl, P., Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, Prentice Hall, New Jersey, 2001.
- [6] Microsoft, Tedarik Zinciri, Microsoft Dynamics, <http://www.microsoft.com/dynamics> (Erişim tarihi: 20.10.2013)
- [7] Wang, G., Huang S.H, and Dismukes, J.P., Product-Driven Supply Chain Selection Using Integrated Multi-criteria Decision-Making Methodology, International Journal Production Economics , 91, 1-15, 2004.
- [8] Tan, K.C., A Framework of Supply Chain Management Literature. European, 2001.
- [9] Küçük, O., Ecer, F., Bulanık TOPSIS Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi ve Erzurum'da Bir Uygulama. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3(1), 45-65, 2007.
- [10] Lambert, D.M., Cooper, M.C., Pagh, J.D., Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. The International Journal of Logistics Management, 9(2), 1-19, 1988.

- [11] Akman, G., Alkan, A.,Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP YöntemiKullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde BirUygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9, 23-46, 2006.
- [12] Keskin, M. H. (Ed.), Tedarik Zinciri Yönetimi Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları. Nobel Akademik Yayıncılık, Şubat, 1. Basım, 2015.
- [13] Sevinç, N., Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Teknolojilerinin Kullanılması veÖnemi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,İşletme Anabilim Dalı, 2008.
- [14] (Erdal, M. (Ed.). ,Satınalma ve Tedarik Zinciri Yönetimi. İstanbul: Beta Basım, 2011.
- [15] Öztürk D., Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerini Etkileyen Faktörler Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, 6 (1), 17-24, 2016.
- [16] Croxton, K.L., Dastugue-Garcia, S.J., Lambert D.M. and Rogers,D.S., The Supply Chain Management Process, The International Journal of Logistics Management, 12, 13-36, 2001.
- [17] http://www.microsoft.com/turkiye/dynamics/crm/crm_nedir.aspx (Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2011.
- [18] Özdemir, A.İ., Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri Ve Yararları ,Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (23), 87-96, 2004.
- [19] Yemisi A. Bolumole, A. Michael Knemeyer, Douglas M. Lambert, The Customer Service Management Process, International Journal of Logistics Management, 1, 2003.
- [20] Towill, D.R. ve Mccullen, P., “The Impact of Agile Manufacturing onSupply Chain Dynamics”, The International Journal of Logistics Management,10(1), 83-96, 1999.
- [21] Thomas J. Goldsby, Sebastian J. García-Dastugue, The Manufacturing Flow Management Process,International Journal of Logistics Management, Vol.14, 2003.
- [22] Rogers, D. S. ve Tibben Lembke, R., “An Examination Of Revers Logistics Practices”, Journal Of Business Logistics, 22(2), 129-148, 2001.

- [23] Zor Zamanların Reçetesi: İade Yönetimi'ni ve Ters Lojistiği Doğru Kurgulamak[online]<http://www.dergil.com/ContentDetails.aspx?ID=331&Type=dergi&Category=eylulekim-2010&Title=zor-zamanlarin-recetesi-iade-yonetimi-39-ni-ve-ters-lojistigi-dogrukurgulamak> [Ziyaret Tarihi: 17 Kasım 2011].
- [24] Ceylan, A., Mobilya Sektöründe Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [25] Güleş, H.K., Paksoy, T., Bülbül, H., Özceylan, E., Tedarik Zinciri Yönetimi Stratejik Planlama, Modelleme ve Optimizasyon. (Üçüncü Baskı). Gazi Kitabevi Yayınları, Ankara, 2009.
- [26] Gokturk, İ.F., “Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Bulanık AHP Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2008.
- [27] Ali İhsan Özdemir, “Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 93, 2004.
- [28] Tutkun, H.İ., “Tedarik Zinciri Yönetimi Yapısının Tasarlanması ve Örgütlenmesi Öncesinde İşletmede Uygulanabilirliğinin Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 11, 2007.
- [29] Ciravoğlu Güzin, “Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları ve Performans Üzerine Etkilerinin Analizi”, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Bitirme Tezi, Haziran, 2006.
- [30] Göztepe, K., Yapay Sinir Ağı Temelli Bulanık Analitik Ağ Prosesi Yaklaşımı İle Tedarikçi Seçimi. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2010.
- [31] Dağdeviren, M., Eren, T., Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 16 (2): 41-52, 2001.
- [32] Gemici, M.F., “Tedarik Zincirinde Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemiyle Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlendirmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.

- [33] Öz, E. ve Baykoç, Ö.F., Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,19, 275-286, 2004.
- [34] Özyörük, B. ve Özcan, E.C., Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13 (1), 133-144, 2008
- [35] Güner, H., Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Denizli, 2005.
- [36] Suzuz, Z., Analitik Hiyerarşi Prosesi'ne Dayalı Optimum Tedarikçi Seçim Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2005 .
- [37] Koçak, D., Mobilya Sektöründe En Uygun Tedarikçi Seçimi için Çok Kriterli Karar Verme Tekniğinin Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2014.
- [38] Dickson, G.W., An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions.Journal of Purchasing, 2, 5-17, 1966.
- [39] Ho, W., Xu, X., Dey, P.K., Multi-Criteria Decision Making Approaches forSupplier Evaluation and Selection. A Literature Review European Journal of Operational Research, 202(1), 16-24, 2010.
- [40] Chen, K.L., Chen, K.S. ve Li, R.K., Suppliers Capability and Price Analysis Chart, Int. J. Production Economics, 98 , 315–32, 2005.
- [41] Chan and Kumar, F.T.S. ve Kumar N. “ Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP- Based Approach”, Omega, Article in Press, 58, 2006.
- [42] Tracey,M. ve Tan, C.L., Empirical Analysis of Supplier Selection and Involvement, Customer Satisfaction and Firm Performance, Supply Chain Management: An International Journal, Vol.6, No. 4S.174-188, 2001.
- [43] Emerson C.J. ve Grimm C.M. “ Buyer-Seller Customer Satisfaction: The Influence of the Environment and Customer Service”, Journal of Bussiness & Industrial Marketing, VOL. 14, No 5/6, 407, 1999.

- [44] Ayyıldız, G., “Bulanık Ortamda Choquet İntegrali Kullanılarak Tedarikçi Değerlendirme Modeli”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [45] Kececi, U., “Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Ağ Sureci”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.
- [46] Bayrakcıl, A.O., “Tedarik Zinciri Yönetiminde Analitik Hiyerarşi Sureci Yöntemi ve Tamsayı Programlama ile Tedarikçi Seçimi: Hipotetik Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 2007.
- [47] Ofloğlu, P., ve Miran B., Bulanık Mantık Yöntemiyle En İyi Tedarikçi Seçimi Sorunu: Türkiye’deki Hazır Giyim Firmalarına Yönelik Bir Uygulama Çalışması. *Tekstil ve Mühendis*, 21 (96), 1-9, 2014.
- [48] Güner H., Bulanık AHP ve Bir İşletme için Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- [49] Boer Luitzen de.,Eva Labro, Pierangela Morlacchi, “A Review Of Methods Supporting Supplier Selection” , *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 75-89, 2001.
- [50] Şen Ş., Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi Sistemine Ait Bir Karar Destek Modeli Geliştirilmesi ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 2007.
- [51] Geçer, A., “Kalibrasyon Tedarikçisi Seçiminde Ölçütlerin Belirlenmesi ve Çok amaçlı Karar Verme Modeli Yaklaşımı”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010.
- [52] Türkoğlu M., Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama. Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2016.
- [53] Altınöz, C., Supplier Selection in Textiles: A Fuzzy Approach, Graduate Faculty of North Carolina State University, Doctor of Philosophy, 163, 2001.
- [54] Kağncıoğlu Celal Hakan, Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2007.

- [55] Özdemir, A., Tedarikçi Seçiminde Karar Modelleri ve Bir Uygulama Denemesi. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2007.
- [56] Çakın, E., Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ElectreYöntemlerinin Kullanılması ve bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2013.
- [57] Choo, E.U., Schoner, B., Wedley, W.C., Interpretation of Criteria Weights in Multicriteria Decision Making. *Computers & Industrial Engineering*, 37, 527-541, 1999.
- [58] Karabıçak Ç., Boyacı A. İ., Kocabaş Akay M., Özcan B., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Karayolu Şantiye Yeri Seçimine İlişkin Bir Uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13, 106-121, 2016.
- [59] Ömürbek V., ve Kınay B., Havayolu Taşımacılığı Sektöründe TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performans Değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 343-363, 2013.
- [60] Küçükönder, H., Efe, E., ve Üçkardeş, F., Çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarından analitik hiyerarşi sürecinin hayvancılıkta kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(3), 91-98, 2013.
- [61] Shyur, H. J. ve Shih, H. S., A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and Computer Modelling*, 44(7-8), 749-761, 2006.
- [62] Opricovic, S. ve Tzeng, G. H., Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European journal of operational research*, 156(2), 445-455, 2004.
- [63] Elmas C.,Bulanik Mantik Denetleyiciler, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 25, 2003.
- [64] Ertuğrul, İ., Akademik Performans Değerlendirmede Bulanık Mantık Yaklaşımı, *Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 155 - 176, 2006.
- [65] Sanayeı, A., Farıd, S., Yazdankhah, M. A., Group Decision Making Process for Supplier Selection with VIKOR Under Fuzzy Environment, *Expert Systems with Applications*, Volume 37, Issue 1, January, Pages 24-30, 2010.

- [66] Şen, Z., Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri. İstanbul: Bilge Kültür Sanat, 2001.
- [67] Ballı S., Karasulu B., Uğur A., ve Korukoğlu S., Basketbolda Oyuncu Seçimi için Sinirsel – Bulanık Karar Destek Sistemi. İTÜ Dergisi, Şubat, 8 (1), 15-25, 2009.
- [68] Kaptanoğlu D., ve Özok A. F., Akademik Peformans Değerlendirmesi için Bir Bulanık Model. İTÜ Dergisi/d. 5 (1), 193-204, 2006.
- [69] Zadeh, L.A., Fuzzy Sets||, Information and Control, 338-35, 1965.
- [70] Chen, L.H. ve Tsai, F.C., Fuzzy goal programming with different importance and priorities||, European Journal of Operational Research, 133: 548-556, 2001.
- [71] Siler, W. ve Buckley, J.J., Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning, John Wiley & Sons, New Jersey, 2005.
- [72] Sakawa, M., Fuzzy Sets and Interactive Multiobjective Optimization, Plenum Press, New York, 1993.
- [73] Kaptanoğlu, D. and ÖZOK, A.F., A Fuzzy Model for Academic Performance Evaluation, İtü Dergisi/D, Cilt:5, Sayı:1, Kısım:2, 193-204, 2006.
- [74] Yalçın, N., Bayrakdarıoğlu, A., Kahraman, C., Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manufacturing Industries, Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 1, January, Pages 350-364, 2012.
- [75] Karakaşoğlu, N., Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2008.
- [76] Öztürk, A., Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu N., "Nakliye Firması Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık Topsis Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Marmara Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25(2): 788-789, 2008.
- [77] Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan D., Multi-attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey", International Journal of Production Economies, 174, 2004
- [78] Baskaya, Z. ve Öztürk, B., "Bulanık Topsis Algoritması ile Yamuk Bulanık Sayıların Satış Elemanı Seçiminde Kullanılması", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 77-100, 2011.

- [79] Kıyak, Emre, Kahvecioğlu, Ayşe; “Bulanık Mantık ve Uçuş Problemine Uygulanması”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 1, Sayı 2, 63-72, 2003.
- [80] Aksakal E., “Bulanık aksiyomatik tasarım yönteminin personel seçim problemine uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 26-29, 2009.
- [81] Aksakal, Erdem, Dağdeviren, Metin; “ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik bir Yaklaşım”, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 905-910, 2010.
- [82] Wu, W. W. and Lee, Y. T., “Developing Global Managers’ Competencies Using The Fuzzy DEMATEL Method”, Expert Systems With Applications, 499-507, 2007
- [83] Öztürkcan, D., “An analytic approach for six sigma project selection in the logistics industry”, Master Thesis, Institute of Science and Engineering of Galatasaray University, 27-29 , 2009.
- [84] Tsai W.H. and Chou W.C., “Selecting management systems for sustainable development in smes:a novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP”, Expert Systems with Applications, 1444–1458, 2009.
- [85] Li, R.J., “Fuzzy Method in group decision making”, Computers and Mathematics with Applications, 91-101, 1999.
- [86] Öztürk O., “Türkiye karayollarında trafik kazalarının nedeni ve bu kazaların analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 78-84, 2009.
- [87] Jassbi, J., Mohamadnejad F. and Nasrollahzadeh H., “A fuzzy DEMATEL framework for modeling cause and effect relationships of strategy map”, Expert Systems with Applications, 38, 2011.
- [88] Akyüz, G., “Bulanık VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçimi”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 197-215, 2012.
- [89] Yaraloğlu K., Uygulamada Karar Destek Yöntemleri. İlkem Ofset, İzmir, 2004.
- [90] Chen, C, Lin, Ching T. ve Huang, S., A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management, International Journal of Production Economies, 289-301, 2006.

- [91] Chen, C.T., Extensions of the TOPSİS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment, Fuzzy Sets and Systems, 1-9, 2000.
- [92] Özçakar, Necdet, DEMİR, Handan; “ Bulanık TOPSİS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi, Sayı 69, 25-44, 2011.
- [93] Kaya, H. Serdar; “Bulanık Regresyon ve Bir Uygulama”; Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2010.
- [94] Demir, Hacer Handan; ”İmalat Sektöründe Bulanık TOPSİS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [95] Prof.Dr. Ahmet Öztürk, Yöneylem Araştırması, Bursa : Ekin Kitapevi, 35, 2004.
- [96] ÖZTÜRK, A., Yöneylem Araştırması, Ekin Kitabevi Yayınları, 2002.
- [97] Özkan,M., Bulanık Hedef Programlama, Ekin Kitabevi, 2003.
- [98] Jairaj, P. G. and Vedula, S., “Multireservoir system optimization using fuzzy mathematical programming”, Water Resources Management, 457-472, 2000.
- [99] Özkan, M. M., *Bulanık Hedef Programlama*. Bursa: Ekin Kitabevi, 2003.
- [100] Ural, G. F., Bulanık Doğrusal Programlama Yöntemi Kullanılarak Bir Sanayi Kuruluşunda Üretim Planlama Çalışmasının Gerçekleştirilmesi, Basılmamış Yüksek lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü ,2006.
- [101] Başkaya, Z., Bulanık Doğrusal Programlama, Bursa: Ekin Basım YayınDağıtım, 2011.
- [102] Bector, C. R. and Chandra, S., Fuzzy mathematical programming and fuzzmatrix games, Berlin: Springer-Verlag, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

Hafize Kuşku Yaman; 20.12.1988’de Bulgaristan’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli’nde tamamladı. 2007 yılında Gebze Anibal Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2008 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nü 2012 yılında bitirdi. Sonrasında Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılından beri özel sektörde Planlama Mühendisi olarak görev yapmaktadır.