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

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Yüksek Lisans Tezi

Elçin Kerkhoff

100023622

İstanbul, 2018

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

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Yüksek Lisans Tezi

Elçin Kerkhoff

100023622

Danışman: Doç. Dr. Ali Görener

İstanbul, 2018

T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ

T.C.
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

İşletme Yüksek Lisans programı öğrencisi Elçin Kerkhoff'un "ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ" başlıklı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulu 25.05.2018 tarih ve 2018 / 475 / 12 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	UNVANI, ADI SOYADI	İMZA
TEZ DANIŞMANI	: Doç. Dr. Ali GÖRENER	
JÜRİ ÜYESİ	: Dr. Öğr. Üyesi Nurgül KELEŞ TAYŞİR	
JÜRİ ÜYESİ	: Dr. Öğr. Üyesi Kerem TOKER	

(*) Yüksek lisans tez savunma jürileri en az biri kurum dışından olmak üzere danışman dahil en az üç öğretim üyesinden oluşur. Jürinin üç kişiden oluşması durumunda eş danışman jüri üyesi olamaz. Eş tez danışmanının jüri üyesi olması durumunda asıl jüri beş üyeden oluşur.

ÖZET

Tedarikçi seçimi, işletmeler için önemli karar verme problemlerinden birisidir. İşletmeler rakipleriyle aralarında fark yaratarak hedeflerine ulaşmak için tedarikçi seçiminde dikkatli davranmalı ve doğru tedarikçilerle çalışmalıdır. Uygun tedarikçinin belirlenmesi için yapılan çalışmanın uygulama kısmında, İstanbul'da bulunan Highlight Aydınlatma A.Ş. firmasının tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Satın alma müdürü ve üretim alanında çalışan uzman kişilerden, kablo tedariği ve led ampul tedariği yapabilecek dört farklı tedarikçi firma hakkında gerekli bilgiler alınmıştır. Tedarikçi seçiminde dikkat edilmesi gereken ana kriterler, literatür araştırması ve karar verme grubu görüşleri doğrultusunda maliyet, kalite, teslimat, hizmet ve firma özellikleri olarak belirlenmiştir. Ana kriterlerin kendi içerisinde alt kriterlere ayrılması nedeniyle, toplam on sekiz alt kritere göre değerlendirme yapılmıştır. Ana kriterlerin ve alt kriterlerin karşılaştırmalarında dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır. Firmadan alınan bilgiler doğrultusunda istenen özelliklerde kablo ve led ampul sağlayan tedarikçilerden, işletme için en uygun olan tedarikçinin seçilmesi amaçlanmıştır.

Uygulama aşamasında, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve TOPSIS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. İki aşamalı tedarikçi seçim yönteminin ilk aşamasında BAHS yöntemi kriterler ağırlıklarının belirlenmesinde, TOPSIS yöntemi ise uygun tedarikçi seçiminin yapılmasında kullanılmıştır. Karar vericilerden önceden belirlenen kriterlere göre ikili karşılaştırma yapmaları istenmiştir. İkili karşılaştırmalarda kararsız kaldıkları durumları değerlendirebilmek amacıyla, BAHS yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin kullanılması, bulanıklığın olduğu durumlarda belirsizliğin giderilmesine imkan tanımaktadır. Analizin ikinci aşamasında ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak, öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) , Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS), TOPSIS.

ABSTRACT

Supplier selection is one of the critical decision-making problems of the enterprises. Enterprises should act carefully, and work with the right suppliers in order to create the difference from their competitors, and thereby to attain their goals. The choice of supplier problem of Highlight Aydınlatma A.Ş. Company, located in İstanbul, was dealt with at the practical phase of the study intended for the determination of the right supplier. Detailed information was obtained from the purchasing manager, as well as from the specialists serving at the production section about the four supplier company, that are capable of supplying cables and led bulbs. The criteria to be taken into consideration in the choice of supplier have been determined as the main criteria of cost, quality, delivery, service, and company in parallel with the respective literature search, and with the respective opinions of the decision-making group. Evaluation was made pursuant to a total of eighteen sub-criteria, derived upon the division of the said main criteria into sub-criteria. Linguistic varieties were made use of in the comparisons between the main criteria and sub-criteria. It was intended to choose the best supplier among those supplying cables and led bulbs with the required features in parallel with the information obtained from the company.

At the practical phase, integrated use of Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and TOPSIS methods among the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods were applied. At the first step of the supplier selection method, which is described in two steps, FAHP method was applied in determining the weights of the criteria, while TOPSIS method was applied in the choice of the right supplier. Decision-makers were required to make paired comparisons according to the predetermined criteria. FAHP method was preferred in the evaluation of the circumstances, under which they were undecided. It is intended to eliminate uncertainty under fuzzy circumstances. TOPSIS method was applied at the second step of the analysis. Having the attained results interpreted, respective suggestions were put forward.

Keywords : Supply Chain Management, Supplier Selection, Multi Criteria Decision Making (MCDM), Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), TOPSIS.

İÇİNDEKİLER

Özet iii

Abstract iv

İçindekiler v

Teşekkür viii

Tablolar Listesi ix

Şekiller Listesi xi

Kısaltmalar Listesi xii

GİRİŞ 1

1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ 3

1.1. Tedarik Kavramı 3

1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi 4

1.3. Tedarik Zinciri Yönetiminin Tarihi ve Gelişimi 5

1.4. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları 7

1.5. Tedarik Zinciri Yönetiminin Faydaları 8

1.6. Tedarik Zinciri Yönetiminin Süreçleri 9

1.6.1. Müşteri İlişkileri Yönetimi 11

1.6.2. Müşteri Hizmet Yönetimi 11

1.6.3. Talep Yönetimi 11

1.6.4. Sipariş Karşılama 12

1.6.5. İmalat Akış Yönetimi 12

1.6.6. Tedarikçi İlişkileri Yönetimi 12

1.6.7. Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme 12

1.6.8. Geri Dönüşler 13

1.7. Tedarikçi Seçimi 14

1.7.1. Tedarikçi Seçim Problemi 14

1.7.2. Tedarikçi Seçim Yöntemleri 15

1.7.2.1. Maliyet Tabanlı Modeller 15

1.7.2.2. Matematiksel Programlama Modelleri 15

1.7.2.3. İstatistiksel Modeller 16

1.7.2.4. Yapay Zeka Modelleri 16

1.7.2.5. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Modelleri 16

1.7.3. Tedarikçi Seçiminde ve Değerlendirilmesinde Kullanılan Kriterler 18

1.7.3.1. Fiyat 20
1.7.3.2. Kalite 20
1.7.3.3. Teslimat 20

2. LİTERATÜR TARAMASI 22

3. UYGULAMADA KULLANILAN YÖNTEMLER 27

3.1. Bulanık Mantık 27

3.2. Bulanık Küme Teorisi 28

3.3. Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları 30
3.3.1. Üçgensel Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları 31
3.3.2. Yamuk Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları 33

3.4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi 33
3.4.1. Hiyerarşik Modelin Kurulması 34
3.4.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlıkların Belirlenmesi .. 35
3.4.3. Tutarlılık Oranının Hesaplanması 37
3.4.4. Seçeneklerin Öncelik Değerlerinin Hesaplanması 39

3.5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) Yöntemi 39
3.5.1. Genişletilmiş Bulanık AHS Analiz Yöntemi 40

3.6. TOPSIS Yöntemi 42
3.6.1. Karar Matrisinin (A) Oluşturulması 44
3.6.2. Normalize Karar Matrisinin (R) Oluşturulması 45
3.6.3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması 45
3.6.4. Pozitif İdeal (A^*) Ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması 46
3.6.5. Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması 47
3.6.6. İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Derecesinin Belirlenmesi 47

4. UYGULAMA 48

4.1. Tedarikçi Değerlendirme Modeli 48

4.2. Tedarikçi Seçim Kriterleri 51
4.2.1. Maliyet Ana Kriteri 51
4.2.2. Kalite Ana Kriteri 52
4.2.3. Teslimat Ana Kriteri 52
4.2.4. Hizmet Ana Kriteri 52
4.2.5. Firma Ana Kriteri 53

4.3. Uygun Tedarikçinin Seçilmesi Probleminin Çözümü 54
4.3.1. BAHS Yöntemiyle Ana Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi 55
4.3.2. BAHS Yöntemiyle Alt Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi 58
4.3.3. TOPSIS Yöntemiyle Uygun Tedarikçinin Seçilmesi 65

SONUÇ 74

KAYNAKLAR 76

EKLER..... 84

TEŞEKKÜR

Çalışma sürecim boyunca çok değerli yardımlarıyla bu tezin hazırlanmasında bilgisini ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen yol gösterici danışmanım Sayın Doç. Dr. Ali GÖRENER'e, firma hakkındaki sorularımı bıkmadan cevaplayan Highlight Aydınlatma A.Ş. Satın Alma Müdürü Sayın Ali BALCIOĞLU'na, Highlight Aydınlatma A.Ş. Üretim Bölümü çalışanlarına tezime bulundukları katkılardan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımda olduğu gibi tezimi hazırladığım süre içerisinde de maddi-manevi desteklerinden dolayı çok değerli anneme ve çok değerli merhum babama, bana olan inançlarıyla hep yanımda olan sevgili eşime ve sevgili kardeşime sonsuz teşekkür ederim.

Elçin KERKHOFF

İstanbul, Haziran 2018

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1 **:** Tedarik Zincirinde İstenen Amaçlar……..…..7

Tablo 2 **:** Dickson'ın Tedarikçi Seçme Kriterleri……...19

Tablo 3 **:** Klasik Mantık ile Bulanık Mantığın Anahtar Fikirleri……..…....27

Tablo 4 **:** Saaty İkili Karşılaştırmalar Ölçeği…….36

Tablo 5 **:** İkili Karşılaştırma Matrisi……..37

Tablo 6 **:** Rastsal İndeks Tablosu……...38

Tablo 7 **:** Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Önem Ölçeği……40

Tablo 8 **:** Karar Matrisi……..44

Tablo 9 **:** Normalleştirilmiş Karar Matrisi…….45

Tablo 10 **:** Tedarikçi Seçiminde Kullanılacak Kriterlerin Değerlendirme Yöntemleri ……..……..53-54

Tablo 11 **:** İkili Karşılaştırma Ölçeği……...54

Tablo 12 **:** Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi…….……55

Tablo 13 **:** Ana Kriterlerin Bulanık Sayı Değerleri…….…….56

Tablo 14 **:** Ana Kriterlerin Ağırlık Değerleri……...58

Tablo 15 **:** Maliyet Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi…….…….58

Tablo 16 **:** Maliyet Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri……...59

Tablo 17 **:** Maliyet Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri……59

Tablo 18 **:** Kalite Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi…….60

Tablo 19 **:** Kalite Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri…….60

Tablo 20 **:** Kalite Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri……...61

Tablo 21 **:** Teslimat Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi……....61

Tablo 22 **:** Teslimat Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri……61

Tablo 23 **:** Teslimat Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri……..62

Tablo 24 **:** Hizmet Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi……..62

Tablo 25 **:** Hizmet Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri……...63

Tablo 26 **:** Hizmet Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri……63

Tablo 27 **:** Firma Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi...…….64

Sayfa

Tablo 28 **:** Firma Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri……64
Tablo 29 **:** Firma Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri……...65
Tablo 30 **:** Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları…….……66
Tablo 31 **:** Kriterlere Göre Kablo Tedarikçilerinin Puanları…...…….67
Tablo 32 **:** Kablo Tedarikçileri Karar Matrisi (A_{ij})...……...68
Tablo 33 **:** Kablo Tedarikçileri Normalize Karar Matrisi (R_{ij})...…….68
Tablo 34 **:** Kablo Tedarikçileri Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V_{ij})……68
Tablo 35 **:** Kablo Tedarikçilerinin Pozitif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i*)…….69
Tablo 36 **:** Kablo Tedarikçilerinin Negatif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i^-)……69
Tablo 37 **:** Kablo Tedarikçilerinin İdeal Çözüme Yakınlık Dereceleri (C_i^*)…….70
Tablo 38 **:** Kriterlere Göre Led Ampul Tedarikçilerinin Puanları……71
Tablo 39 **:** Led Ampul Tedarikçileri Karar Matrisi (A_{ij})……..71
Tablo 40 **:** Led Ampul Tedarikçileri Normalize Karar Matrisi (R_{ij})…….....71
Tablo 41 **:** Led Ampul Tedarikçileri Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V_{ij})……..72
Tablo 42 **:** Led Ampul Tedarikçilerinin Pozitif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i*)…..72
Tablo 43 **:** Led Ampul Tedarikçilerinin Negatif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i^-).....73
Tablo 44 **:** Led Ampul Tedarikçilerinin İdeal Çözüme Yakınlık Dereceleri (C_i^*).....73

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Sekil 1 **:** Tedarik Zinciri……...……...……4

Şekil 2 **:** Tedarik Zinciri Süreçleri……...10

Şekil 3 **:** Bulanık Kümelerde Birleşim İşlemi……...29

Şekil 4 **:** Bulanık Kümelerde Kesişim İşlemi……29

Şekil 5 **:** Bulanık Mantıkta Tümleyenin Gösterimi……..…….30

Şekil 6 **:** Üçgensel Bulanık Sayının Üyelik Fonksiyonu……...31

Şekil 7 **:** Üçgensel Bulanık Sayı İşlemleri……33

Şekil 8 **:** Yamuk Bulanık Sayının Grafik Gösterimi…….33

Şekil 9 **:** Üç Seviyeli Hiyerarşik Yapı……..35

Şekil 10 **:** M_1 ve M_2 Arasındaki Kesişim Noktası……..42

Şekil 11 **:** Tedarikçi Seçimine İlişkin Akış Diyagramı……...50

Şekil 12 **:** Uygulamada Kullanılan Seçim Kriterleri……...51

KISALTMALAR LİSTESİ

AAS : Analitik Ağ Süreci

AHS : Analitik Hiyerarşi Süreci

Ar-Ge : Araştırma ve Geliştirme

BAHS : Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

BSC : Balanced Scorecard (Dengeli Başarı Ölçüm Karnesi)

BTOPSIS : Bulanık TOPSIS

ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme

ELECTRE : Elimination and Choice Translating Reality (Gerçeği Yansıtan Eleme ve Seçim)

İMKB : İstanbul Menkul Kıymetler Borsası

JIT : Just in Time (Tam Zamanında Üretim)

KOBİ : Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme

MCGP : Multi Choice Goal Programming (Çok Seçenekli Hedef Programlama)

MRP : Manufacturing Resource Planning (Malzeme İhtiyaç Planlaması)

PROMETHEE : Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations

TDK : Türk Dil Kurumu

TOPSIS : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerliğe Dayalı Sıralama Tekniği)

VIKOR : Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm)

GİRİŞ

Günümüzde işletmeler, sundukları ürüne ait birçok hammadde ve parçayı farklı işletmelerden tedarik etmektedirler. İstenen kalitede ve zamanında tedarik edilemeyen girdiler, son ürünün arzu edilen nitelikte olmasını engelleyebilmektedir. Bu nedenle tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetimi açısından önemli karar verme problemlerinden birisidir.

Tedarik zinciri, üretim, ar-ge, satın alma, lojistik, pazarlama ve satış, maliyet bölümlerini kapsayan aynı zamanda da birbiriyle etkileşim halinde olan süreçlerden oluşmaktadır. Tedarik zincirinin herhangi bir sürecinde meydana gelen hata zincirin geneline yansımaktadır. Yönetim faaliyetlerinin etkin bir biçimde sürdürülebilmesi için üretimin ilk aşamasından son aşamasına kadar tedarikçilerin, dağıtıcıların ve perakendecilerin uyum içerisinde çalışması gerekmektedir. Üretimde meydana gelen aksamalar malın hatalı üretilmesine, üretilen ürün kalitesinin düşmesine, maliyetlerin artmasına sebebiyet vermektedir. Dağıtım kanallarındaki gecikmeler işletmelerin üretim programlarından geri kalmalarına, verimliliklerinin azalmasına yol açmaktadır. Bu durumlardan herhangi birinin ortaya çıkması işletmelerin öncelikli amacı olan karlılığı arttırmak yerine zarara neden olmaktadır.

Tedarikçi seçiminde fiyat, kalite ve teslimat dikkat edilmesi gereken en önemli kriterlerdendir. Bu kriterlerin yanı sıra tedarikçi seçiminde göz önüne alınması gereken farklı kriterler de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, tedarikçilerin geçmiş performansı, garanti politikası, kapasite kullanımı, teknik yeterliliği vb. koşulları sağlayıp sağlamamasıdır. Her işletmenin faaliyet alanı farklı olduğu için tedarikçi seçiminde hangi kriterlerin önemli olduğuna, uzman kişilerin desteğiyle karar verilip tedarikçi seçiminde dikkatli davranılmalıdır. İşletmelerin faaliyet gösterdikleri alanlara ilişkin kriterleri uygun yöntemlerle analiz etmesi, rekabet avantajı sağlayabilmektedir.

Bu çalışma, tedarikçi seçimi konusunun çok kriterli bir karar verme problemi olarak ele alınmasını ve problemin bulanık mantık destekli bir uygulamasının gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır. Analizde kullanılan değerlendirme kriterleri; ürün fiyatı, indirim oranı,

ödeme kolaylığı, ürünün kalitesi, paketleme kalitesi, kalite sistemi, zamanında teslim, doğru miktarda teslim, teslimat esnekliği, üretim esnekliği, iletişim kolaylığı, şikayetlere karşı tutum, finansal yapı, tecrübe, referanslar, coğrafi konum, kapasite ve teknik yeterlilik olarak belirlenmiştir. Karar vericilere değerlendirme kriterleriyle ilgili likert ölçek kullanılarak sorular sorulmuş ve verdikleri cevaplar değerlendirilmiştir. Kriterlerin önem ağırlıkları çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHS ile tespit edilmiştir. Kablo ve led ampul tedarik eden dört tedarikçi firmadan uygun olan firmanın seçimi ise TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır.

Tez çalışmasının ilk bölümünde tedarik zinciri yönetimi, tedarik kavramı, tedarik zinciri yönetiminin süreçleri, amaçları, faydaları, tedarikçi seçim yöntemleri açıklanmaktadır. İkinci bölümde yer alan literatür taramasında, 2000'li yıllardan günümüze kadar olan çalışmalar incelenerek tedarikçi seçiminde kullanılan yöntemlerin ve kriterlerin özeti sunulmuştur. Üçüncü bölümde uygulamada kullanılan Bulanık Mantık, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve TOPSIS yöntemlerinin işleyişi hakkında teorik bilgiler bulunmaktadır. Dördüncü ve son bölümde ise uygulamada kullanılan değerlendirme kriterlerinin açıklamalarına yer verilmekte, ana kriterler ve alt kriterlerle ilgili hiyerarşik yapı anlatılmaktadır. Teorik bilgilerin tez çalışmasına uygulandığı bu bölümde, açıklanan tedarikçi seçim problemi numerik hesaplamalar yardımı ile çözülmüş, sonuçlar yorumlanmıştır.

1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

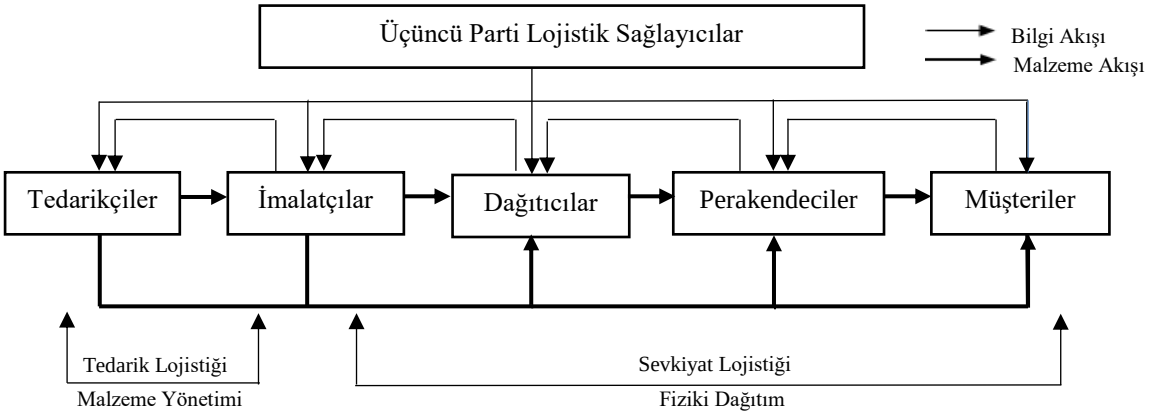
1.1. Tedarik Kavramı

Tedarik kelimesi Türk Dil Kurumu (TDK)'nun Güncel Türkçe Sözlüğü'ne göre, "*Araştırıp bulma, sağlama, elde etme*." anlamlarında kullanılmaktadır. TDK'nın İktisat Terimleri Sözlüğü'ne göre "*Firmanın üretim sürecinde kullanılmak üzere, hammadde ve sermaye mallarını sağlaması.*" olarak tanımlanmıştır (Türk Dil Kurumu, 2018). Tedarikçiler, işletmelerin belirli bir dönemi kapsayan ürün, malzeme ve hizmet ihtiyaçlarını istenilen sürede ve kalitede sağlamaktadırlar. Aynı zamanda tedarikçiler işletmenin doğrudan ya da dolaylı ihtiyaçlarını karşılayan kuruluşlardır (Erdal, 2011, s. 5). Tedarik zinciri yönetiminin tanımını Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi şöyle ifade etmiştir. "*Tedarik zinciri yönetimi, kaynakların bulunmasını ve tedariğinin yapılmasını, bu kaynakların ürüne dönüştürülmesini ve bütün lojistik yönetimi faaliyetlerini de içine alan faaliyetlerin planlanmasını ve yönetilmesini, ayrıca, bu süreçte yer alan tedarikçiler aracılar, üçüncü parti hizmet sunanlar ve nihayet müşterileri de içine alan kanal ortaklarıyla işbirliğini ve koordinasyonu da içerir.*" (Nebol vd., 2013, s. 4).

Tedarikçi kuruluşlar, hammaddelerin ve malzemelerin tedarik zinciri içindeki kuruluşlara sağlanmasından sorumludur. Üretim kuruluşları, taşıyıcı organizasyonlar, toptancı ve perakendeciler tedarik zincirini oluşturan kuruluşlardır. Üretim kuruluşlarının amacı mevcut hammaddeyi ürüne dönüştürmek olup, toptancılar ve perakendecilerin hedefi ürünlerin üretim kuruluşlarından tüketicilere ulaşmasını sağlamaktır. Taşıyıcı organizasyonların görevi üretimi gerçekleştirecek kuruluşa hammaddeleri iletmek olup, ürün üretildikten sonra da üretilen ürünün son kullanıcıya kadar sevk edilmesini gerçekleştirmektir. Tedarik zinciri içerisinde doğrudan olmasa da dolaylı olarak yer alan kuruluşlar vardır. Banka ve finans kuruluşları para akışının sağlanmasında, telekomünikasyon kuruluşları da haberleşmenin sağlanmasında tedarik zinciri içerisinde dolaylı şekilde bulunan kuruluşlardan bazılarıdır (Nebol vd., 2013, s. 3-4).

1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi

Ürünler, üretildikleri yer ve tüketildikleri yer arasında fiziksel olarak hareket etmektedirler. İnsanların var oluşunun ilk dönemlerinden günümüze kadar gereksinimleri arasında çeşitli farklılıklar oluşmuş ve bu gereksinimleri karşılamak için değiş tokuş yapmışlardır. Toplumlar bireylerin ellerinde fazla ürün olması durumunda başka ürünlerin temini için değiş tokuşu temel kılmıştır. Üreticiler ve tüketiciler arasında çok sayıda değiş tokuş olduğu zamanlarda ise bu değişimlerle ilgili kanallar oluşmuştur. 1980'lerin sonundan itibaren tedarik zinciri kavramının gelişmiş ülkelerce ne anlama geldiği anlaşılmaya çalışılmış ve daha sonraki yıllarda işletmeler bu kavramı etkin şekilde kullanmaya başlamıştır. Tedarik zincirinin etkin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte uluslararası pazarda başarılı işletmeler kurulmuş ve rekabette artış meydana gelmiştir (Kağnıcıoğlu, 2007, s. 4-5).



Şekil 1: Tedarik Zinciri

Kaynak: Min ve Zhou., Supply Chain Modelling: Past, present and future, 2002, 232.

Tedarik zinciri ürünün elde edilmesinde kullanılacak bileşenlerin bir araya getirilmesinden, son kullanıcıya ulaşıncaya kadar süren uzun bir süreçtir. Bu süreçte kullanılacak olan ham madde kaynaklarının sağlanması, bu ham madde kaynaklarının üretim yapılacak üretim kuruluşlarına getirilmesi, üretimin gerçekleştirilerek tüketicisine ulaştırılması ve kullanıldıktan sonra atık iadelerinin toplanmasına kadar olan faaliyetler bütünüdür. Bu faaliyetlerin hepsinin tek bir kurum tarafından yapılması gerekmez, bu süreç içerisinde genellikle birçok organizasyon farklı görevler üstlenebilmektedir (Nebol vd., 2013, s. 3). Tedarik zinciri, Şekil 1'de görüldüğü gibi bütünleşik sistem yaklaşımıyla senkronize olmuş süreçlerden oluşur ve bu süreçler birbirleriyle uyum içinde çalışır. Bunlardan birincisi hammadde ve parçaları temin etmek, ikincisi bu hammadde ve

parçaları bitmiş ürünlere dönüştürmek, üçüncüsü bu ürünlere paha biçmek, dördüncüsü bu ürünleri ya perakendecilere ya da müşterilere dağıtmak, beşincisi çeşitli işletme birimleri arasındaki bilgi akışını sağlamaktır (Min ve Zhou, 2002, s. 231-232).

Tedarik zinciri üretimi yapılacak hammaddeleri sağlayarak onları ara mal ve ürüne dönüştüren, bu ürünlerin müşterilere dağıtılmasını sağlayan üretici ve dağıtıcılardan oluşan bir ağdır (Lee ve Billington, 1992, s. 65). Tedarik zinciri yönetimi, malın ham maddesinden başlayarak üretilmesi ve üretilen malın dağıtılması sonucu son müşteriye ulaşıncaya kadar yönetilmesi sürecidir. Bu süreç, tedarik zinciri içerisinde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşteriler arasındaki malzeme, ürün, para ve bilginin yönetilmesini içermektedir. Tedarik zincirini oluşturan bütün halkalar birbirinden etkilenmektedir. Bu sebeple tedarik zinciri bir bütün olarak düşünülmeli ve uyum içerisinde çalışmalıdır. Tedarik zinciri yönetiminin temel amaçları arasında müşteri tatminini artırmak, ürünün tamamlanma zamanını azaltmak, stok ve stokla ilgili maliyetlerin azaltılmasını sağlamak, üründe meydana gelebilecek hataları azaltmak ve faaliyet maliyetini azaltmak yer almaktadır (Özdemir, 2004, s. 88-89).

Tedarik zincirinin temel özelliklerini şöyle ifade etmek mümkündür. Tedarik zinciri ürün ve hizmetlerin oluşumundan başlayarak müşterilere iletilmesine kadar geçen uzun bir dönemi kapsar. Tedarik zinciri içerisindeki tüm firmalar müşteri taleplerini doğrudan ya da dolaylı olarak karşılanmasında katılım gösterirler. Bu dönemde sadece üretici ve tedarikçilerin değil zincir içerisindeki tüm paydaşların katkısı bulunmaktadır. Tedarik zinciri içerisinde her aşama birbirine ürün, bilgi ve para akışıyla bağlıdır. Tedarik zinciri işletmenin tüm fonksiyonlarını bütünleştirerek birbiriyle uyumlu kılar. İşletmenin yeni ürün geliştirmesi, pazarlanması, operasyonu, dağıtımı, finans ve müşteri hizmeti tedarik zincirinin fonksiyonlarını içermektedir (Erdal, 2011, s. 13-14).

1.3. Tedarik Zinciri Yönetiminin Tarihi ve Gelişimi

Tedarik zinciri yönetiminin kökleri lojistik faaliyetlere dayanmaktadır. Deniz yollarının, kara yollarının, raylı ulaşımın kullanılmasıyla birlikte ticaret miktarı ve çeşitliliğinde artış olmuş, hammadde ve mamülün depolanması ihtiyacı duyulmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrasında küreselleşmeyle birlikte üretimdeki artış, ürünlerin daha hızlı taşınması

gerekliliği, depolama ve istenilen ürünün istenen zamanda hazır bulunması, raf ömrünün korunması faktörleri taşıma, stok bulundurma ve dağıtımın önemli hale gelmesinde etken olmuştur (Güleş vd., 2010, s. 1-2).

Dünya genelinde satın alma işlemleri, 1970'lerden itibaren önem kazanmıştır. 1970'lerde malzeme ihtiyaç planlamasının (MRP) işletmelerce tanınmasıyla süreç içi çalışmaların, üretimin, maliyetin, kalitenin, yeni ürün geliştirme ve ürün teslim süresinin önemi işletmelerce anlaşılmıştır (Öztürk, 2016, s. 18). Ülkemizde Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren devlet tarafından kurulan fabrikaların haricinde sanayiye yatırım bir süre olmamıştır. 1970'li yıllarda otomobil ve tekstil fabrikalarına büyük yatırımlar yapılmış ve özel sektöre ağırlık verilmiştir. Bu yıllarda üretilen ürünlerin kalitesinde, tasarımında ve teknolojisinde yetersizlikler mevcuttur. 1980'li yıllara gelindiğinde dünya çapında ticaretin artması sonucu rekabet evrensel boyutlara ulaşmıştır. İşletmeler düşük maliyetli, yüksek kaliteli, tasarım yönünden esnek ve güvenilir ürünlerin üretimi için imalatta verimli olma anlayışını benimsemiştir. Tam zamanında üretim (JIT) düşüncesi işletmeleri sıfır stokla üretim yapmaya itmiştir. İmalatçılar ve yakın tedarikçiler birbiriyle işbirliği yaparak çalışmaya başlamış ve bu stratejik işbirliği tedarik zinciri kavramını oluşturmuştur. 1990'lı yıllar da küresel rekabet artış göstermiş ve tedarik zincirinin önemi artmıştır (Erdal, 2011, s. 15-16). Bu dönemde işletmeler karar verirken müşterilerinin isteklerini anlamaya ve onları tatmin etmeye çalışmıştır. Bu sebeple ticari ilişki halinde bulundukları tedarikçi, üretici ve perakendecilerle uyum içerisinde çalışmaya başlamışlardır. Tedarik zinciri üyelerinin birlikte çalışması kontrolü, kaliteyi ve faaliyetlerin hızında artış sağlamıştır (Özdemir, 2004, s. 87). Yeni bilgi teknolojilerinin 2000'li yıllardan itibaren gelişmesiyle birlikte tedarik zinciri yönetiminde internet tabanlı uygulamalar işletmeler için kolaylaştırıcı unsur olmuştur. Sipariş verme, stok bulundurma, talep tahmini, müşteri ilişkileri, satın alma e-ticarette etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Öztürk, 2016, s. 19). Teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmenin etkisiyle rekabetin artması işletmelerin kaliteli, daha düşük maliyetli ve zamanında ürün ya da hizmet vermek zorunda olmaları işletmelerin tedarikçi seçiminde önemli bir kriter olmuştur (Baynal ve Yüzügüllü, 2013, s. 77).

1.4. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları

Tedarik zinciri yönetiminin amaçları; daha çok kar elde etmek, müşteri memnuniyetini sağlamak ve sürdürülebilirliktir. Daha çok kar elde edebilmek için işletmeler rakiplerinden üstün olmalı, müşteri odaklı çalışmalıdır. Bunun için ürünün doğru yerde, doğru zamanda ve istenilen miktar ve koşulda en uygun fiyatla müşteriye ulaşması gerekmektedir. Bunu sağlayamayan işletmeler ise küresel rekabette geride kalmışlardır. (Keskin, 2015, s. 25-26).

Tablo 1: Tedarik Zincirinde İstenen Amaçlar

Fonksiyonel Amaçlar	**Amaçların … Üzerindeki Etkisi**		
	Stok	Müşteri Hizmetleri	Toplam Maliyet
Yüksek Müşteri Hizmeti	⇧	⬆	⇧
Düşük Ulaştırma Maliyeti	⇧	⇩	⬇
Düşük Depolama Maliyeti	⬇	⇩	⬇
Stokların Azaltılması	⬇	⇩	⬇
Yüksek Dağıtım Hızı	⇧	⬆	⇧
Düşük İşgücü Maliyeti	⇧	⇩	⬇
İstenen Sonuçlar	⬇	⬆	⬇

Kaynak: Güleş vd., Tedarik Zinciri Yönetimi, Stratejik Planlama, Modelleme ve Optimizasyon, 2010, 16.

Tedarik zinciri yönteminin bir diğer amacı, sabit müşteri talebini karşılayarak toplam tedarik zinciri maliyetlerini minimize etmektir. Minimize edilecek toplam maliyetler; hammadde maliyetleri, satın alma maliyetleri, gelen taşıma ve ulaştırma maliyetleri, tesise yapılan yatırım maliyeti, doğrudan ve dolaylı üretim maliyetleri, dağıtım merkezi maliyetleri, stok tutma maliyetleri, iç yatırım ve taşıma maliyetleri ve ulaştırma maliyetleridir. Tablo 1'de fonksiyonel amaçların stok, müşteri hizmetleri ve toplam maliyet üzerindeki etkilerinin istenilen sonuçları koyu renkle gösterilmektedir (Güleş vd.,

2010, s. 15-16). İşletmenin ileriye taşınması için istenilen sonuçlar, stokların azaltılarak üretimin gerçekleştirilmesi, müşteri hizmetlerinin yükseltilmesi sayesinde müşteri memnuniyetini arttırılması ve toplam maliyet giderlerini düşürülmesi hedeflenmektedir.

1.5. Tedarik Zinciri Yönetiminin Faydaları

Tedarikçiler müşterilerden uzakta olduğu zaman, tedarik zinciri yönetimi aradaki mesafeyi kapatmada etkin bir araç olarak kullanılabilmektedir. Karadeniz'de yetişen çay yapraklarına uygulanacak işlemlerde, çayın farklı coğrafyalara iletilmesinden kaynaklanan arz talep dengesizliğinin ortadan kaldırması için stoklama yapmak, toptancı ya da ulaştırma yolları üzerinde ara depolamalar yaparak güzergahlarını kolaylaştırmayı ve anlaşılır hale getirmek gerekmektedir (Kağnıcıoğlu, 2007, s. 31). Tedarik zinciri içerisinde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı ve perakendecilerin işbirliği sayesinde kaynakların gereksiz kullanılması ve zaman israfı en aza indirilmektedir. Tedarik Zinciri Konseyi tedarik zincirinin işletmelere sağladığı yararı şöyle belirtmiştir (Özdemir, 2004, s. 93) :

1. Teslimat performansının iyileşmesi
2. Stokların azalması
3. Çevrim süresinin kısalması
4. Tahmin doğruluğunun artması
5. Zincir boyunca verimliliğin artması
6. Zincir boyunca maliyetlerin düşmesi
7. Kapasite gerçekleşme oranının artması

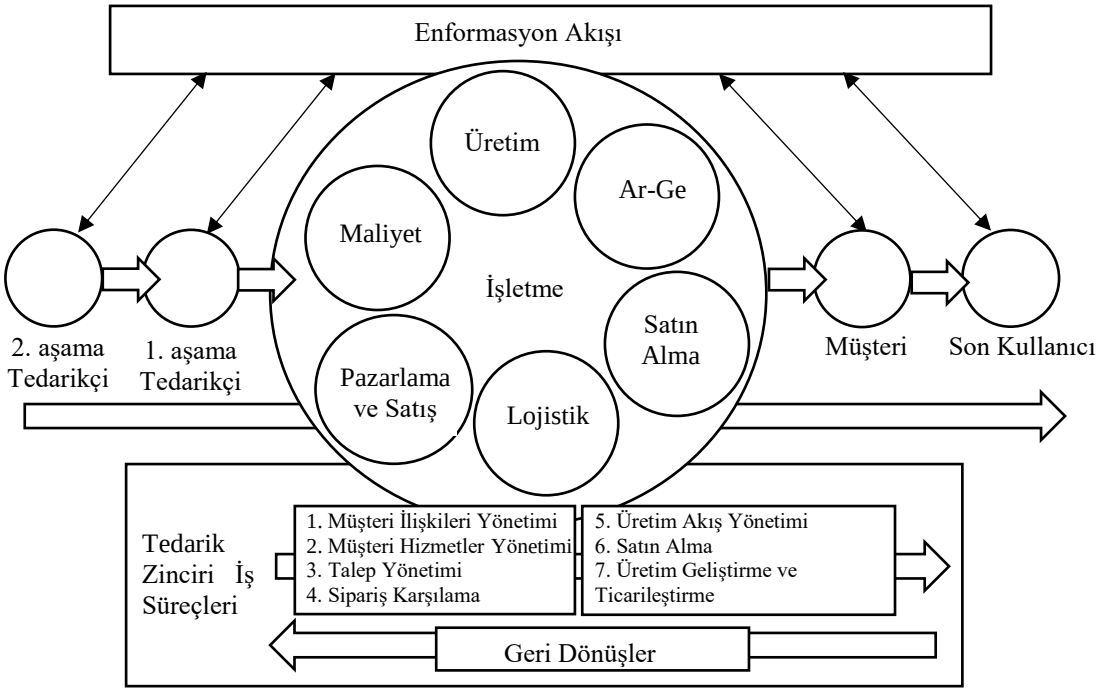
Tedarik zinciri yönetiminde tüm işletmeler zincirin parçası olmaları nedeniyle birbiriyle uyum içerisinde çalışarak faaliyetlerini gerçekleştirir. Rekabetin öncelikli olduğu günümüz koşullarında işletmeler farklılaşmak için kalite, hız, maliyet ve güvenilirlik açısından zincirdeki işletmelerle iletişimi güçlü tutarak, ortak fayda elde etmeye çalışmaktadırlar. Her işletmenin kendi faaliyetlerini gerçekleştirecek şekilde planlanması ve uzman olduğu alanda faaliyet göstermesi tedarik zincirinin bütünü için avantaj sağlamaktadır. Üreticiler imalat süreçleri, tedarikçiler işletmenin sorumlu olduğu malzemeler, bayiiler ise pazar bilgisi ve mamulün doğru şekilde satılmasında sorumluluk

üstenmiştir. Zincir içerisindeki her üyenin alanına hakim olması, zaman kaybını azaltmaktadır (Güleş vd., 2010, s. 17).

1.6. Tedarik Zinciri Yönetiminin Süreçleri

Tedarik zinciri yönetimi, işletme ortaklarını optimizasyon ve verimlilik amacı ile bir araya getiren, şirketler arası geleneksel iç faaliyetleri kapsayarak yaygınlaştıran bir yönetim şeklidir. Tedarik zinciri yönetimi bir çok bağımsız işletmenin aynı amaçla bir araya gelerek satın alma, talep yönetimi, yeni ürün dizaynı ve geliştirilmesi, üretim planlaması ve stok kontrolü etkili yönetimini hedef alan işletmelerin sanal bir organizasyon birleşimidir (Tan, 2001, s. 42). Günümüzde tedarik zinciri bir zorunluluk olarak meydana gelmiştir. Rekabetçi ortamda kullanıcıların isteklerine cevap verebilmek için tasarımda, planlamada ve operasyonda işletmeler tedarik zinciri süreçlerini sürdürmelidir (Erdal, 2011, s.13). Bu süreçlerin düzenli ve etkili yönetilebilmesi için tedarikçiyle ilişkilerin, işletme içi tedarik zinciri yönetiminin ve müşteri ilişkileri yönetiminin iyi organize edilmesi gerekmektedir (Chopra ve Meindl, 2007, s. 15).

Tedarik zinciri yönetimi geleneksel yaklaşımda finansal ölçülere bağlı kalmaktadır. Ancak, planlama aşamasından itibaren bütünüyle analiz edilmesi gereken bir süreçtir. Şirketler tedarik zinciri yönetimine yüksek bütçeler ayırmaktadırlar. Tedarik zincirinin karmaşık yapıda olması sürecin yönetiminde zorluklar yaşanmasına ve aksaklıkların çıkmasına neden olabilmektedir. Bu problemler şirketin her alanına yansıyabilir ve stok kontrolünü, sevkiyat planlamasını, üretim planlamayı ve müşteri ilişkilerini etkileyebilir. Bu nedenle tedarik zincirinin tamamında haberleşme sisteminin ve bilgi paylaşımının olması gerekmektedir. Müşterilerin ve tedarikçilerin birbirleriyle bilgi paylaşımında olması zincirin etkinliğini ve rekabetini arttırmaktadır. Firmalar artık tek başlarına rekabet halinde değildirler, rekabet artık firmaların da içerisinde bulunduğu tedarik zincirleri arasındadır (Kazançoğlu, 2008, s. 22-23). Tedarik zinciri süreçlerinde işletmeler süreci doğru yönetmeye odaklanarak ürünün kalitesini yükseltmeli, üretim maliyetlerini düşürmelidirler. İşetmeler süreci doğru yönetemez ise üretimden kaynaklanan hatalar meydana gelmekte, hedeflenen ürün kalitesini yakalamada sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bu nedenle, süreçlerin başarıyla yönetilmesi tedarik zinciri için kritik öneme sahiptir (Öztürk, 2016, s. 20).



Şekil 2: Tedarik Zinciri Süreçleri

Kaynak: Keskin, Tedarik Zinciri Yönetimi Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları, 2015, s. 29

Şekil 2'de tedarik zinciri süreçleri gösterilmiş olup, Global Tedarik Zinciri Forumu tarafından tedarik zinciri kapsamında sekiz süreç tanımlamıştır. Bu süreçler şu şekilde sıralanabilir.

1. Müşteri İlişkileri Yönetimi
2. Müşteri Hizmet Yönetimi
3. Talep Yönetimi
4. Sipariş Karşılama
5. İmalat Akış Yönetimi
6. Satın Alma
7. Üretim Geliştirme ve Ticarileştirme
8. Geri Dönüşler

Belirtilen sekiz süreç, tedarik zinciri boyunca süregelerek her firmayı ve her firma içerisindeki fonksiyonel zinciri kapsar. Fonksiyonel zincirler pazarlama, araştırma ve geliştirme, finans, üretim, satın alma ve lojistiği içermektedir (Croxton vd., 2001, s. 14).

1.6.1. Müşteri İlişkileri Yönetimi

Müşteri ilişkileri yönetimi süreci müşterilerle olan ilişkilerin nasıl geliştirilip devam ettirilebileceğini sağlayan yapıdır. İşletme, kilit müşterileri ve müşteri gruplarını işletmenin ticari misyonunun bir parçası olarak tanımlamaktadır (Croxton vd., 2001, s. 15). Müşteri yönetimi işletmeyi tanımlamak için müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayabilecek ürün ve hizmet anlaşmaları hazırlar. Müşteri yöneticileri süreçleri geliştirmek, talepteki değişkenliği ve katma değeri olmayan faaliyetleri azaltmak için müşterilerle birlikte çalışmaktadır. Süreci yöneten bölüm, müşterilerin karlılıklarını ve firmanın müşteriler üzerindeki etkilerini ölçmek için faaliyet raporlarını oluşturmaktadır (Özdemir, 2004, s. 91).

1.6.2. Müşteri Hizmet Yönetimi

Müşteri hizmet yönetimi, ürün ve hizmet anlaşmaları için kilit noktayı oluşturmaktadır. Firmanın imalat ve lojistik işlevleri, gönderim tarihleri, ürünün kullanılabilirliği gibi müşteriye sağlanan tam zamanlı gerçek bilgiler, ortak bağlantılarla oluşturulan ara yüz sayesinde sağlanır. Müşteri hizmet yönetimi ayrıca müşterilerle yapılan ürün ve hizmet anlaşmalarının yürütülmesine yardımcı olur (Özdemir, 2004, s. 92). Müşteriler kaliteli ürün almak istemesinin haricinde işletmeye güven duymak isterler. Müşterilerini güler yüz ve ilgiyle karşılayan, tam zamanında teslimat yapan, herhangi bir nedenle iade oranları düşük olan işletmeler kendilerini rakiplerinden mükemmel hizmet yönetimi konusunda ayırmaktadır (Öztürk, 2016, s. 20).

1.6.3. Talep Yönetimi

Talep yönetimi sürecinde, müşteri ihtiyaçları ile firmanın tedarik kapasitenin dengeli olması gerekmektedir. Talep yönetimi süreci; talep tahmini yapmayı ve bu tahminle üretimi, tedariği ve dağıtımı senkronize etmeyi içermektedir. Süreç ayrıca faaliyetler durduğu zaman acil durum planlarının geliştirilmesi ve yürütülmesiyle de ilgilidir (Croxton vd., 2001, s. 18). Müşteri ihtiyaçlarının dengeli karşılanması, yüksek stok bulundurma maliyetinin düşürülmesi, ani talep değişikliklerine karşı önlem alınması açısından talep tahminin yapılması önemlidir (Öztürk, 2016, s. 20).

1.6.4. Sipariş Karşılama

Tedarikçinin seçilerek sipariş miktarının belirlenmesi tedarik zinciri yönetim maliyetlerinin azaltılmasında etkin bir faktördür. Siparişin verilmesi aşamasında hangi tedarikçiden hızlı, doğru miktarda ve uygun maliyetle hammaddenin tedarik edileceğine karar verilmesi gerekmektedir (Candan ve Yazgan, 2015, s. 45-46). Müşteri ihtiyaçlarına cevap verebilmek için sipariş karşılama tedarik zinciri yönteminde önemli bir unsurdur. Efektif sipariş karşılama için işletmenin üretim, lojistik ve pazarlama planlarının yapılması gerekmektedir. Firma tedarik zincirindeki temel üyelerle ortaklıklarını geliştirmek için müşteri ihtiyaçlarını karşılamalı ve müşterilere toplam teslim maliyetini azaltmalıdır (Croxton vd., 2001, s. 20).

1.6.5. İmalat Akış Yönetimi

İmalat akış yönetimi, ürünün ortaya çıkarılma sürecini düzenleyerek esnekliğin uygulanmasını, üretilecek ürünün akış yönetimi için gerekli işlem ve organizasyon faaliyetlerini kapsamaktadır. İmalat akış süreci, hedef pazara en iyi hizmeti vererek en iyi ürünün yapılması amacını üstlenmektedir (Özdemir, 2004, s. 92). İşletmenin imalat akış yönetimi sürecini etkili bir şekilde kullanması üretim miktarını yükselterek işletme verimliliğini de arttırmaktadır. Sürecin amacı; üretim, pazarlama, lojistik ve satın alma faaliyetlerine göre üretimin yapısına karar vermektir (Öztürk, 2016, s. 21).

1.6.6. Tedarikçi İlişkileri Yönetimi

Tedarikçi ilişkileri yöntemi işletmeye alınan ürünün hangi fiyattan alındığını, tedarikçilerden kaynaklanabilecek riskleri, satın alınan ürünün firmanın istediği kalite standardına uygunluğunu, satın alma zamanında meydana gelen değişiklikleri yöneten sistemdir. Firmalar bilgi akışını iki yönlü sağlarlarsa ve tedarikçileriyle yakın ilişkiler kurarlarsa başarılı olabilmektedirler (Öztürk, 2016, s. 21).

1.6.7. Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme

Ürün geliştirme, işletmenin başarısını devam ettirebilmesi için kritik önemdedir. Yeni ürün geliştirmek ve geliştirilen ürünleri etkin bir şekilde pazara hazır hale getirmek

işletmenin başarısının temel parçasıdır. Pazara girme zamanlaması bu sürecin kritik hedefidir. Tedarik zinciri yönetimi, pazara ürün sunma zamanını azaltmak için müşterilerin ve tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine entegre olmasını amaçlamaktadır. Ürün yaşam döngüsünün kısalmasının dışında, rekabeti sürdürebilmek için doğru ürünler geliştirilmeli ve başarılı şekilde piyasaya sürülmelidir (Croxton vd., 2001, s. 26).

1.6.8. Geri Dönüşler

Etkili bir geri dönüşüm yönetimi tedarik zinciri yönetimi açısından önemlidir. Çoğu işletme yöneticisi geri dönüş sürecinin önemli olmadığını düşündüğü için, bu süreci ihmal etmektedir. Sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamada işletmelerin başarıya ulaşması için bu süreç özel olarak ele alınmalıdır. Geri dönüşlerin etkin yönetimi, işletmelerin üretkenliklerini arttırma ve projelerinde ilerlemelerinde yardımcı olmaktadır (Croxton vd., 2001, s. 29).

Chopra ve Meindl'a göre, tedarik zinciri süreçleri tedarikçi, işletme ve müşteri açısından değerlendirilmektedir. Müşteri ilişkileri yönteminde bütün süreç müşteriyle işletme arasındaki ilişkiye, işletme içi tedarik zinciri yönetiminde bütün süreç işletmenin içerisinde olan faaliyetlere, tedarikçi ilişkileri yönetiminde ise bütün süreç işletme ve tedarikçiler arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Müşteri ilişkileri yönetimi sürecinin amacı, müşteri talebini oluşturarak taleplerin sipariş ve takibini sağlamaktır. Pazarlama, fiyatlandırma, satışlar, sipariş yönetimi ve çağrı merkezi yönetimi müşteri ilişkilerini oluşturmaktadır. İşletme içi tedarik zinciri yönetimi sürecinin hedefi ise, müşteri ilişkileri yönetimi tarafından yaratılan talebin zaman yönetimini sağlayarak mümkün olan en düşük ücretle meydana getirmektir. İşletme içi tedarik zinciri yönetimi süreci; iç üretimin planlanmasını, depolama kapasitesini, talep ve tedarik planının hazırlanmasını, talebin yerine getirilmesini içermektedir. Tedarikçi ilişkileri yönetimi süreci çeşitli mal ve hizmetlerin tedarik kaynaklarının yönetilmesini amaçlamaktadır. Tedarikçi ilişkileri yönetimi süreci; tedarikçilerin değerlendirmesini, seçilmesini, tedarik koşullarının müzakere edilmesini, tedarikçilerle yeni ürünler ve siparişler hakkında iletişim halinde olmayı içermektedir (Chopra ve Meindl, 2007, s. 15).

1.7. Tedarikçi Seçimi

İşletmeler uygun maliyette ve istenilen nitelikte hizmet verebilen, aynı zamanda talepte meydana gelebilecek değişiklere kolay uyum sağlayabilen tedarikçilerle çalışmak istemektedir. Tedarikçilerden beklentilerin çeşitli ve fazla olması firmanın tedarikçi seçimi yapmasını zorlaştıran etkenlerdendir (Baynal ve Yüzügüllü, 2013, s. 78). Bir imalatçının satın alma uygulamalarını geliştirmek zorunda olması ve sürecin uyumlu bir şekilde sürdürülebilmesi için performansı yüksek tedarikçilerle çalışması önemlidir (Küçük ve Ecer, 2008, s. 435). İşletmeler tedarikçi seçimi yapmadan önce firmanın önceliklerini belirleyerek tedarikçilerinde aradıkları özelliklere karar vermelidirler (Coşkun vd., 2014, s. 134).

Tedarikçi seçim kararı, işletmelerin vermesi gereken en önemli kararlardandır. Bu nedenle tedarikçi seçimi yapılırken kaynakların uygun biçimde dağıtılmasına, doğru kararların alınarak karlığın arttırılmasına dikkat edilmektedir. İşletmeler stratejilerini oluştururken teslimat sürelerini düşürerek maliyetlerini azaltmayı ve kaliteyi yükselterek konumlarını korumayı amaçlamaktadır. Müşterilerin ihtiyaçlarına zamanında cevap verebilmek için uygun tedarikçilerle çalışmak, fiyat, kalite ve teslimat planının kontrol altında tutulmasını sağlamaktadır. Rekabet ortamında özenle seçilen tedarikçilerle çalışmak işletmenin çıktı kalitesini de olumlu etkilemektedir (Şahin ve Supçiller, 2015, s. 91-92).

1.7.1. Tedarikçi Seçim Problemi

İşletmeler tedarikçilerini seçerken belirli niteliklere sahip ürünleri temin edebilecekleri tedarikçilerle çalışmak istemektedir. Birçok tedarikçi arasından hangilerinin seçileceği, tedarikçi seçim problemini oluşturmaktadır. İşletmelerin tedarikçilerini seçerken karşılaşılabileceği zorlukların üç temel nedeni bulunmaktadır. Eğer işletme tedarikçi seçimini yaparken çok sayıda değerlendirilmesi gereken kriter ve alt kriter varsa, bu kriterler de nitel ve nicel değerler alıyorsa değerlendirme aşamasında işletmeler güçlük çekebilir. İkincisi, çok sayıda tedarikçinin olması, işletmelerin seçim yapmasında zorluk yaşamalarına neden olabilmektedir. Üçüncüsü, seçim sürecinde birbiriyle çelişen ve birbirini tamamlayan kriterlerin olması seçimin yapılmasında işletmelerin

karşılaşabileceği problemlerdendir (Coşkun vd., 2015, s.134). Tedarikçi seçimi probleminde çok sayıda faktörün birbiriyle çelişmesine örnek olarak, malzemenin tedarik edilme süresi azaltılmaya çalışılırken ek maliyetlerdeki artış gösterebilir. Birbiriyle çelişen faktörlerin yer aldığı bu tarz problemlerin çözümünde, çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmalıdır (Baynal ve Yüzügüllü, 2013, s. 78).

1.7.2. Tedarikçi Seçim Yöntemleri

Kuruluşlar, tedarikçilerini farklı yöntemlerle seçebilmektedirler. İşletmeler tedarikçi seçimi yaparken seçim kriterlerini, uygulanacak yöntemin zayıf ve güçlü yönlerini dikkate alarak tedarikçisine karar vermesi gerekmektedir. Uygulanan yöntemler uzun yıllar içerisinde farklı bilim adamları tarafından geliştirilmiş ve sınıflandırılmıştır (Kazançoğlu, 2008, s. 61-66). 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 (Ofluoğlu ve Miran, 2014, s. 3).

1.7.2.1. Maliyet Tabanlı Modeller

Maliyet tabanlı modellerle tedarikçi seçimi yapılırken karşılaştırmalarda maliyet esas alınmaktadır. Tedarikçilere karar verilirken, her bir kriter maliyetinin toplam maliyet içerisindeki yüzdelik oranına bakılarak karar verilmektedir (Türkoğlu, 2016, s. 23).

1.7.2.2. Matematiksel Programlama Modelleri

Matematiksel programlama modelleri genellikle çok sayıda tedarikçinin olduğu durumlarda, hangi tedarikçilerle çalışılacağı ve verilecek sipariş miktarını belirlemek için tercih edilmektedir. Matematiksel programlama modellerini kullanarak karar vericiler belirtilen kısıtlara göre amaçlarına uygun en iyi sonucu bulmaya çalışmaktadırlar (Güner, 2005, s. 14).

1.7.2.3. İstatistiksel Modeller

İstatistiksel modeller, tek bir kriterle ilgili belirsizlik durumuyla ilgilenmektedir. Kolaylık sağlaması nedeniyle üssel dağılımın kullanılması önerilmektedir ancak geçmiş veriler incelendiğinde dağılımı çıkarılabilmektedir (Şen, 2007, s. 56). Model, tedarikçi sayısının fazla olduğu durumlarda, analiz yardımıyla sınıflandırma yapmayı sağlamaktadır. Bazı verilerin kesin olmadığı ya da olasılıklı olduğu durumlardaki belirsizliklerin hesaplanmasında kullanılmaktadır (Türkoğlu, 2016, s. 23).

1.7.2.4. Yapay Zeka Modelleri

Yapay zeka modelleri geçmiş bilgilerle denenebilen bilgisayar tabanlı modellerdir. Yöntemin kötü yanı daha önce sistemde yer almayan tedarikçilerin incelenememesidir. Tedarikçi seçiminde uygulanan yapay zeka teknolojisi, sinir ağlarını ve uzman sistemleri içermektedir. İnternet tabanlı teknolojiler akıllı yazılım ajanları olarak adlandırılmakta olup, genellikle ürünlerin tedariğini otomatikleştirmek için kullanılmaktadır (Şen, 2007, s. 56).

1.7.2.5. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Modelleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri kriter sayısının fazla sayıda olduğu durumlarda bilimsel yaklaşımlarla karar vermeyi sağlayan modellerdir (Ömürbek ve Kınay, 2013, s. 344). Tedarikçi seçiminde, nitel ve nicel kriterlerin aynı anda değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır (Özçakar ve Demir, 2011, s. 27). Çok kriterli karar verme problemleri seçim, sınıflama ve sıralama olmak üzere üç temel başlık altında incelenmektedir. Seçim yapılırken, kıyaslamanın zor olduğu ya da bir çok alternatifin bulunduğu küme içerisinden en iyi alternatif seçilmektedir. Sınıflama aşamasında, benzer özellikleri gösteren alternatifler belirli kriterlere göre bir araya getirilerek sınıflandırılmaktadır. Sıralamada, alternatifler iyiden kötüye göre ölçülebilir duruma getirilmektedir (Karabıçak vd., 2016, s. 109, 110).

Çok kriterli karar verme problemlerinde çözüme ulaşabilmek için literatürde en çok yer alan modeller Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Analitik Ağ Süreci (AAS), ELECTRE,

TOPSIS, PROMETHEE yöntemleridir (Ömürbek ve Kınay, 2013, s. 344). Bu yöntemlerin bütünleşik değerlendirilmesiyle de tedarikçi seçimi yapılmaktadır (Supçiller ve Çapraz, 2011, s. 5). İzleyen başlıklarda tedarikçi seçim yöntemleri hakkında kısaca açıklamalar yapılmaktadır.

Bulanık Küme Teorisi: Bulanık küme teorisi 1965 yılında Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Sistemdeki karmaşıklıkların ve kişilerin algılamalarındaki farklılıkların neden olduğu belirsizlikleri açıklamada kullanılmaktadır. Karmaşıklık arttıkça sistemin tanımlanması azalmakta, anlamlı ifadeler belirsizliğe doğru gitmekte ve kesin olmama hali bulanıklığa neden olmaktadır. Bulanık kümelerde üyeliklerin belirlendiği sınır koşulu esnek yapıdadır. Üyelik fonksiyonunun uygulamayla örtüşmesi ve doğru belirlenmesi bulanık küme teorisinin temelini oluşturmaktadır (Şen ve Cenkçi, 2009, s. 4).

ELECTRE Yöntemi: Roy tarafından 1971 yılında önerilen yöntem, tercih edilen ve tercih edilmeyen alternatifler arasında üstünlük ilişkisinin kurulmasına dayanmaktadır. Yöntemde üstünlük ilişkisinin kurulabilmesi için uyum ve uyumsuzluk indeksleri oluşturulmaktadır. İndeksler, alternatiflerin baskınlıklarına göre seçilmesini sağlayan tatmin veya tatminsizliğin ölçüsünü göstermektedir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2010, s. 27).

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi: Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen yöntem, karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Matematiksel özellikleri ve verilerin kolay elde edilebilmesi nedeniyle araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. Yöntemdeki hiyerarşik yapıyı kriterler, alt kriterler ve alternatifler oluşturmaktadır. Kriterlerin ikili karşılaştırmaları sonucunda veriler elde edilmektedir. Karar kriterlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan karşılaştırmalar, her alternatifin göreli performans ölçümlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Şahin ve Supçiller, 2015, s. 94).

Analitik Ağ Süreci (AAS) Yöntemi: Karar problemlerini, kriterleri ve alternatifleri hiyerarşik yapıda ele alan yöntem, 1980 yılında Saaty tarafından geliştirilerek AHS

yönteminin genelleştirilmişidir. Problemin hiyerarşik yapıda ifade edilmediği fakat kriterlerin ve alternatiflerin birbirini etkilediği durumlarda bileşenlerin ağırlıklarını bulabilmek için kullanılmaktadır. Hiyerarşik yapıda aynı seviyedeki kriterler birbirinden bağımsız olsa da alt kriterler arasındaki ilişki dikkate alınmaktadır. Karmaşık yapıdaki karar verme problemlerine uygulanmaktadır (Ömürbek vd., 2013, s. 122).

TOPSIS Yöntemi: Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. Karar vericiler tarafından sıklıkla tercih edilen yöntem, basit ve iyi hesaplama etkinliğine sahiptir (Ömürbek vd., 2014, s. 195). Yöntemin temelinde en iyi alternatif için pozitif ideal çözüme en yakın olma ve negatif ideal çözüme en uzak olma varsayımı bulunmaktadır. İdeal çözüme maksimum benzerlikte olan alternatifin seçimi yapılmaktadır (Şahin ve Supçiller, 2015, s. 95).

PROMETHEE Yöntemi: Brans tarafından 1982 yılında geliştirilen yöntemde birden fazla kriteri olan alternatiflerden en uygun olanı tespit edilmeye çalışılmaktadır. Yöntemde ikili karşılaştırmalar yapılmakta, son aşamada alternatiflerin hepsi aynı anda değerlendirilmektedir (Uygurtürk ve Korkmaz, 2015, s. 145).

VIKOR Yöntemi: Opricovic tarafından 1998 yılında geliştirilen yöntem, alternatiflerin birden fazla kriter aracılığıyla sıralanmasını ve seçiminin yapılmasını sağlamaktadır. Grup faydasının en yüksek, bireysel pişmanlığın en az olduğu durumda alternatifler ve değerlendirme kriterleri için uzlaşık çözüm oluşturulmaktadır. Uzlaşık çözüm, alternatifler için çok kriterli sıralama indeksi oluşturarak belirlenen koşullara göre ideal çözüme en yakın kararın verilmesini ifade etmektedir. İdeal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılarak uzlaşık sıralama elde edilmektedir (Ömürbek vd., 2014, s. 196).

1.7.3. Tedarikçi Seçiminde ve Değerlendirilmesinde Kullanılan Kriterler

Tedarikçi seçme ve değerlendirme alanındaki ilk çalışmalar Dickson tarafından 1966 yılında yapılmıştır. Tedarikçi değerlendirme sürecinde Dickson, fiyat, kalite ve teslimi tedarikçi değerlendirme için en önemli üç kriter olarak tanımlamıştır. Weber 1967 ve 1990 yılları arasında Dickson'ın tedarikçi seçim kriterlerini dikkate aldığı çalışmalarında kalitenin en önemli faktör olduğunu, bunu teslimat performansı ve fiyatın takip ettiğini

belirtmiştir (Dickson, 1966'dan aktaran Chen vd., 2005, s. 316). Dickson'ın anketi, Amerikan ve Kanadalı Ulusal Satın Alma Yöneticileri Birliği üye listesinden seçtiği 273 satın alma temsilcisi ve yöneticisine sorduğu sorulardan oluşmaktadır. Soruları cevaplayan 170 üyenin verdiği cevapların sonucunda Dickson tedarikçi seçimi için oluşturduğu 23 kriterli önem tablosunu Tablo 2'de sırasıyla özetlemektedir (Dickson, 1966; Weber, 1991, s. 3).

Tablo 2: Dickson'ın Tedarikçi Seçme Kriterleri

Sıra	Kriter	Değerlendirme
1	Kalite	Çok Önemli
2	Teslimat	Çok Önemli
3	Geçmiş performansı	Çok Önemli
4	Garantiler ve şikayet politikaları	Çok Önemli
5	Üretim tesisi ve kapasite	Önemli
6	Fiyat	Önemli
7	Teknik açıdan yeterlilik	Önemli
8	Finansal durum	Önemli
9	Prosedürlere uyma	Önemli
10	İletişim	Önemli
11	Endüstrideki yeri ve önemi	Önemli
12	İş için istekli olma	Önemli
13	Yönetim ve organizasyon	Önemli
14	İş kontrolü	Önemli
15	Tamir hizmeti	Orta Derecede Önemli
16	Tutum	Orta Derecede Önemli
17	Etki	Orta Derecede Önemli
18	Ambalajlama kabiliyeti	Orta Derecede Önemli
19	Çalışanların kayıtlarının tutulması	Orta Derecede Önemli
20	Coğrafi konum	Orta Derecede Önemli
21	Geçmiş dönem iş miktarı	Orta Derecede Önemli
22	Eğitim olanakları	Orta Derecede Önemli
23	Karşılıklı anlaşmalar	Az Önemli

Kaynak: Weber vd., Vendor Selection Criteria and Methods, 1991, 4.

Tedarikçi seçiminde, uygun tedarikçinin seçilebilmesi için dikkat edilmesi gereken kriterler vardır ve tedarikçi seçimi işletmeler adına kritik bir karardır. Ürünün oluşmasında hammadde ve malzemeler önemli yere sahiptir, bu nedenle kaliteli malzeme sağlayan tedarikçiler tercih sebebidir. Tedarikçi seçimi yaparken rekabetçiler arasındaki indirimlerden faydalanmaya çalışmak yerine mevcut kriterleri göz önünde bulundurarak makul seçimler yapılmalı ve işletme için nelerin önemli olduğuna iyi karar vermelidir. Tedarikçilerin seçilmesi ve değerlendirilmesinde üç temel kriter söz konusu olup, bunlar fiyat, kalite ve teslimat kriterleridir (Öz ve Baykoç, 2004, s. 279-280).

1.7.3.1. Fiyat

İşletmeler karlılıklarını yükseltmek için kullandıkları malzemeleri olabilecek en düşük fiyattan almak istemekte, bu nedenle de düşük maliyetli tedarik kaynağı bulmaya çalışmakta, genellikle de kendi işletmelerini geliştirerek kara geçirmelerini sağlayacak düşük birim fiyatlı tedarikçileri seçmektedirler. Bundan dolayı satın alma kararını vermede fiyat önemli bir kriterdir (Akman ve Alkan, 2006, s. 28). Fiyat sadece tek kriter olarak kullanılmamalı, tedarikçinin kalite kriterini ne ölçüde sağladığına da dikkat edilmelidir (Şahin ve Supçiller, 2015, s. 97).

1.7.3.2. Kalite

Firmaların rekabeti ve müşteri sadakatini korumak için kaliteli ürün üretmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri yönetiminde, tedarikçilerin ürettiği parça ve bileşenlerin kalitesi üreticinin ürün kalitesinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu nedenle tedarikçinin imalattaki kabiliyeti tedarikçi seçimi yaparken en önemli husustur (Chen vd., 2005, s. 316). Tedarikçiye iade edilen ürünlerin oranı da ürünün kalitesi için bir diğer önemli kriteridir (Supçiller ve Çapraz, 2011, s.14).

1.7.3.3. Teslimat

Tedarikçinin teslimat çizelgesine uyma kabiliyeti, tedarikçi seçiminde ve işletmeyle ilişkilerin sürdürülmesinde önemli bir kriterdir. Tedarikçi, müşterilerinin ve işletmenin talebine göre satın alınan ürünü güvenilir ve hızlı bir şekilde teslim etmek durumundadır

(Akman ve Alkan, 2006, s. 27). Tedarikçinin önceden belirttiği teslim süresine uymaması üretimde sıkıntılara neden olmaktadır. Tedarikçinin üretim yaptığı ortamda kesintilerin yaşanmaması ve işletmeye yakınlığı teslimat performansını olumlu etkilemektedir (Şahin ve Supçiller, 2015, s. 97).

İşletmelere göre tedarikçilerin incelenmesinde kullanılan kriterler farklılıklar gösterebilmektedir. Fiyat, kalite ve teslimat kriterlerinin haricinde karar vericilerin sıklıkla kullandığı diğer kriterler; üretim yeteneği, servis, yönetim, teknoloji, araştırma ve geliştirme, finans, esneklik, itibar, ilişki, risk, güvenlik ve çevre kriterleridir (Supçiller ve Çapraz, 2011, s. 2). Tedarikçilerin araştırma ve geliştirme kabiliyeti teknik yeterliliğini; satış sonrası teknik servis imkanın olması, taşıma problemleriyle ilgili sigortasının olması, şikayetlere karşı tutumu hizmet kriterini; üreticinin acil mal beklentilerini karşılayabilmesi, tedarikçinin istediği miktarda ürünü sağlayabilmesi esnekliğini; yeni ürün ve süreçlere açık olması ise yenilikçiliğini göstermektedir (Akman ve Alkan, 2006, s. 27-28). Tedarikçilerin yeterli teknik ve bilgi donanımına sahip olması, mal ve hizmetlerinin kalitesi, üretim veya diğer operasyonlarında aksama olmaması, ürün sağlama kapasitesi, tedarik etme süresi, iletişim kolaylığı, fiyat ve ödeme uygunluğu tedarikçilerin seçilme ve değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken kriterlerden bazılarıdır (Nebol vd., 2013, s. 92-94).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde, tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesiyle ilgili son yıllarda yapılan bir çok araştırma mevcuttur. Bu çalışmalardan bazılarına ait özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

Tam ve Tummala (2001), telekomünikasyon hizmetlerindeki tedarikçi seçim kararı için maliyet ve kalite ana kriterlerini kullanmışlardır. Araştırmacılar karar verme probleminin yapılandırılması ve uygun alternatifin seçimi aşamasında AHS yöntemini uygulamışlardır. Maliyet kriterinin alt kriterlerini sermaye harcamaları ve işletme giderleri, kalite kriterinin alt kriterlerini teknik özellikler, işletme ve tedarikçi kriterleri oluşturmaktadır. Dağdeviren ve Eren (2001), en iyi tedarikçiyi seçmek için kalite, tedarik performansı, maliyet ve teknoloji kriterlerini dikkate alarak değerlendirme yapmışlardır. Uygulamada AHS yöntemi ve 0-1 Hedef Programlama yöntemi kullanılmıştır. Şahin vd. (2004), farklı ürün gruplarına göre tedarikçi seçimi yaptığı çalışmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS yöntemini kullanmıştır. Uygulamanın değerlendirme kriterleri ürün sınıflarına göre, kalite, teslimat, fiyat, tedarikçinin teknik yeterliliği, finansal durum, tedarikçinin geçmiş performansı, tedarikçinin tesisleri, tedarikçinin esnekliği, tedarikçinin sağladığı hizmetlerdir. Akman ve Alkan (2006), çalışmalarında tedarik zinciri yönetiminde Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) yöntemini kullanarak tedarikçilerin performansının ölçülmesini ele almışlardır. Kocaeli'nde otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren firmanın tedarikçilerinin performansını ölçmeyi hedefleyerek üç tedarikçisinin performans değerlendirilmesini BAHS yöntemi kullanarak değerlendirilmiş ve yöntemin tedarikçi seçim probleminde de kullanılabileceği belirtilmişlerdir.

Küçük ve Ecer (2007), mağazalar zincirine mal ve hizmet sunan tedarikçilerin değerlendirilmesine yönelik çalışmada Bulanık TOPSIS (BTOPSIS) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada TOPSIS modelinin birbirine çok yakın performans sergileyen tedarikçileri ayırmada hassas bir yöntem olduğu, tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçilmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Mendoza (2007), tedarikçi seçimi ve sipariş miktarının dağıtımıyla ilgili yaptığı çalışmasını üretim tesis yeri Meksika, Tijuana'da olan firmaya uygulamıştır. Tedarikçi seçim süreci araştırmasında AHS, Hedef

Programlama ve Karar Verme Süreci olmak üzere üç aşama bulunmaktadır. Uygulamada, fiyat, işlem yeteneği, kusurlu parçalar, esneklik, servis, mesafe ve teslim süresi kriterleri dikkate alınmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ve Hedef Programlama ideal çözüme ulaşmak için karar vericilerin potansiyel tedarikçileri yönetebilir bir sayıya indirgemelerine, Karar Verme Süreci ise nihai seçime ve sipariş miktarı tahsisi yapmalarına yardımcı olmaktadır. Sıraya göre ilk iki aşama yüksek miktardaki potansiyel tedarikçilerin azaltılmasında, son aşama ise nihai kabul edilecek olan tedarikçiyi seçmek için kullanılır.

Küçük ve Ecer (2008), esnek üretim yapan Küçük ve Orta ve Büyüklükteki İşletme (KOBİ)'lere uygun tedarikçi seçimi için AHS yöntemiyle uygun imalatçı işletmeleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada, tedarikçiler on bir alt kriter ile değerlendirilmiştir. Uygulama sonucunda, ikili karşılaştırma performansları yüksek çıkan tedarikçilerin performanslarının sürekli olması için, düşük çıkanların da performanslarını iyileştirmek için çalışmaları gerektiği vurgulanmıştır. Özyörük ve Özcan (2008) otomotiv sektöründe yaptıkları çalışmada, AHS yöntemini tedarikçi seçimi yapmak için kullanmışlardır. Tedarikçi seçiminde; beş tedarikçi için ürünün kalitesi, teslim tarihine uyumu, sipariş miktarına uyumu, sipariş verilen ürünün özelliklerine uyumu ve yaşanan sorunlara karşı yaklaşımı kriterlerini kullanmışlardır. Dağdeviren ve Erarslan (2008), Ankara'da faaliyet gösteren ve ev araçları üreten bir işletmede PROMETHEE yöntemiyle tedarikçi seçimi gerçekleştirmiştir. Uygulamada beş alternatif tedarikçi, kalite, fiyat, tedarik performansı, esneklik, teknoloji, uzaklık kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Türer vd. (2009), gıda sektöründe tedarikçi değerlendirme süreci için yapay sinir ağı yaklaşımı üzerinde çalışmışlardır. Nicel ve nitel kriterleri de dikkat almak için yapay sinir ağı modelini tedarikçi değerlendirme sürecinde kullanmışlardır. Fiyat, kalite, teslimat, üretim faktörleri ve genel faktörler ana kriterlerinin altında on dokuz adet alt kriter belirlemişlerdir. Model, Türkiye'deki ilk 500 firmadan biri olan gıda firmasına uygulanmıştır. Firmanın mevcut uygulamaları ile geliştirilen modelin sonuçları karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Özçakar ve Demir (2011), tedarikçi seçimi yapmak için Bulanık TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Gıda sektöründe yaptıkları uygulamada işletme, maliyet avantajı, kalite, zamanında teslimat, esneklik, güvenilirlik ve ödeme koşulları kriterlerine göre değerlendirilmişlerdir. Tedarikçiler arasından alternatiflerin değerlendirilerek uygun tedarikçilerin belirlenmesi BTOPSIS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Yöntemin uygulanmasında üç karar verici tedarikçi seçiminde önemli olan altı karar kriterinin ağırlıklarına karar vermiştir. Bu karar kriterlerine göre alternatif dört tedarikçi dilsel değişkenlerle değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler üçgensel bulanık sayıya dönüştürülmüştür. TOPSIS yöntemi uygulanmış ve alternatifler için bulunan yakınlık sayılarına göre tercih sırası oluşturulmuştur. Uygulamada BTOPSIS yönteminin tedarikçi seçim süreci için alternatiflerin değerlendirilmesinde ve grup kararı verilirken başarıyla kullanılabileceği belirtilmiştir. Supçiller ve Çapraz (2011) çalışmalarında, en uygun tedarikçinin seçiminde AHS yöntemini ve TOPSIS yöntemini birlikte kullanmışlardır. Kalite, maliyet, teslimat ve hizmet kriterlerini ana kriter olarak belirlemişlerdir. Ana kriterlerin ve alt kriterlerin öneminin belirlenmesinde AHS yöntemi, tedarikçilerin sıralanmasında da TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kalite en önemli kriter olarak belirlenmiştir.

UmaDevi vd. (2012), tedarikçi seçimi için AHS yöntemini kullanmıştır. Maliyet, ilişkiler, talep karşılama becerisi, riskten kaçınma ve nitelik işletmelerin değerlendirilmesinde kriter olarak belirtilmiştir. Veni vd. (2012), tedarikçi seçiminde AHS ve Veri Zarflama Analizi kullanmıştır. Balık ağı üreticisi olan firmanın değerlendirme kriterleri maliyet, tedarikçi profili, risk yönetimi, uzun süreli ilişkiler ve hizmettir. Baynal ve Yüzügüllü (2013), çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Ağ Süreci (AAS) ile tedarikçi seçimi yapmışlardır. Uygulamada, dağıtım, fiyat, hizmet, işletmenin genel yapısı, kalite, teknik yetenekler ve mühendislik, üretim yetenekleri olmak üzere yedi ana kriter kullanan Baynal ve Yüzügüllü, ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesi sırasında karşılaşılan belirsizliklerin azaltılması için birden çok sayıda karar vericinin dahil edilerek çalışmanın bulanık ortamda karar verme yöntemiyle birleştirilmesi sonucuna varmışlardır.

Ofluoğlu ve Miran (2014), firmaların en iyi tedarikçiyi seçme konusu için Türkiye'deki hazır giyim firmalarına yönelik çalışmalarını bulanık mantık yöntemiyle yapmışlardır. Araştırmanın sonucunda, hazır giyim sektöründe tedarikçi seçimi için en önemli kriter müşteri isteklerini karşılamak, ikinci önemli kriter ise kalite olarak ortaya çıkmıştır. Fiyat ve teslimat süresi orta derecede önemli, garanti, satış sonrası destek, nakliye yeteneği ve bilgisi daha az önemli, esneklik kavramı ise en az önemli kriter olarak belirlenmiştir. Rouyendegh ve Saputro (2014), tedarikçi seçim yönteminde bütünleşik yaklaşımla BTOPSIS yöntemini ve kesin olmayan durumlar altında çok kriterli karar verme yönteminin uygulanmasında Multi Choice Goal Programming (MCGP)'yi kullanmıştır. Vaka çalışması çeşitli içeriklerde gübre üreten işletmeye yapılmıştır ve değerlendirme kriterleri on yedi kritere göre değerlendirilmiştir. Bu on yedi kriter, tedarikçi kapasitesi, üretim kapasitesi, cevap süresi, üretim teknolojisi, fiyat, garanti, prosedüre uygunluk, satın alma işlemi, iletişim sistemi, kalite, tamamlanmış sevkiyat belgesi, zamanında teslimat, finansal durum, yerleşim yeri, itibar, yönetim ve organizasyondur. Junior vd. (2014), otomotiv sanayiinde tedarikçi seçimi yapmak için BAHS ve BTOPSIS yöntemini karşılaştırmışlardır. Araştırmada, motosikletlere şanzıman kablosu temin eden firmanın üretimini gerçekleştirmesi için beş üretici kablo firmasından en iyi metali sağlayan tedarikçinin seçimi ele alınmıştır. Metal kablo sağlayan beş üretici firma beş kritere göre değerlendirilmiştir. Karar vericiler kalite, fiyat, teslimat, tedarikçi profili (itibarı ve finansal durumu), tedarikçi ilişkileri kriterlerine göre değerlendirme yapmışlardır. Dargi vd. (2014), İran otomotiv sanayisinde tedarikçi seçimi yapmak için Bulanık AAS yöntemiyle çalışma yapmışlardır. Uygulamadaki belirledikleri yedi kriter, kalite, fiyat, üretim kapasitesi, teknik yeterlilikler, servis dağıtımı, firmanın itibarı ve coğrafi konumu kriterleridir.

Candan ve Yazgan (2015), ilaç sektörüne yönelik çalışmalarında tedarik zincirinde hammadde tedarikçisi seçimi üzerine bir uygulama yapmıştır. Araştırmacılar AHS metoduyla tedarikçi seçimini ve tedarikçiye göre sipariş miktarının belirlenmesi problemini ele almışlardır. AHS tekniğiyle üst yönetime yapılan raporlamanın kolaylaşacağına, şeffaflaşacağına ve böylelikle tedarikçi ilişkileri yönetiminin daha efektif yapılarak ürün kalitesinin arttırılacağına karar verilmişlerdir. Coşkun vd. (2015), tedarikçi seçiminde işletmelerde sistem yönetimi ve güvenliği kriterlerine dayalı karar

modeli ve modelin uygulanması çalışmasında sistem güvenliği esaslı değerlendirme kriterlerinin önem derecelerinin belirlenmesinde BAHS yönteminden faydalanmışlardır. Modeli sınamak için hizmet sektöründe faaliyet gösteren havaalanı işletmecisi seçilmiş ve sonuçta uygulanan modelin tutarlı sonuçlar üreten bir tedarikçi seçim karar modeli olduğunu belirlemişlerdir. Polat ve Eray (2015), bir tren yolu projesi için tedarikçi seçimi uygulamasını AHS yöntemiyle yapmışlardır. Uygulamada hedef problemi açıklayan sekiz kriter ve beş alternatif tedarikçi bulunmaktadır. Tedarikçiler üretim, teslimat süresi, tedarikçilerle ilişkiler, ürünün birim maliyeti, ödeme koşullarındaki esneklik, tedarikçilerle iletişim, üretim kapasitesi, tedarikçilerin teknik yeterliliği kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Galankashi vd. (2016), otomotiv sanayinde tedarikçi seçimi yapmak için Dengeli Başarı Ölçüm Karnesi (BSC) ve BAHS yöntemlerini kullanmışlardır. Tedarikçiler; finansal durumları, müşterileri, öğrenme kapasiteleri ve büyümeleri, uluslararası ticari durumları dikkate alınarak değerlendirilmişlerdir. Cengiz vd. (2017), çok kriterli karar verme yöntemlerinden AAS yöntemini yapı malzemesi tedarikçi seçiminde uygulamışlardır. Yöntemde maliyet, kalite, teslimat, ödeme metodu, coğrafi konum, tedarikçi profili, alıcı ve satıcı ilişkileri, çevre özellikleri, tedarikçi kapasitesi seçimdeki ana kriterler olarak kullanılmıştır. Sureeyatanapas vd. (2018), kesin olmayan bilgilerin yer aldığı ve seçimin belirsiz olduğu durumlarda kullanılabilmesi amacıyla TOPSIS tabanlı bir yöntem önermişlerdir. Büyük ölçekli bir restoran zinciri için yumurta tedarikçisinin seçiminde ürün kalitesi, paketleme kalitesi, ürünün fiyatı, ulaşım performansı, servis kabiliyeti kriterlerini kullanmışlardır.

3. UYGULAMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1. Bulanık Mantık

Belirsiz durumlar karşısında kesin olmayan ifadelerin kullanılması bulanık mantığın yapısını oluşturmaktadır. Belirsizliklerin yüksek olduğu, kesinlik içermeyen durumlarda kullanılan ifadeler bulanıklık içermektedir. Belirli bir bilgimizin olmadığı durumları tanımlamak için kullanılan; yaşlı - genç, zayıf - kilolu, uzun - kısa, sıcak - soğuk, hızlı - yavaş, az - çok, biraz eksik - biraz fazla terimleri, belirsizliğin olduğu durumlarda kullanılan ve bulanıklık içeren ifadelerdir. Havanın sıcak ya da soğuk olması, çalıştığımız ortamın aydınlık ya da karanlık olması gibi kesinlik içermeyen durumlarda kullandığımız ifadeler, belirsiz durumları nasıl değerlendirdiğimize dair örnek oluşturmaktadır (Altaş, 1999, s. 80). Aristo'nun klasik kümeleme mantığı ikili mantık sisteminden oluşmakta 0 veya 1 değerlerini almaktadır, yani bir eleman ya bir kümeye aittir ya da ait değildir. Bu ikili mantık ya hep ya hiç olmak üzere kesin ifadelerden oluşur. Örneğin, genç insanlardan oluşan bir küme oluşturmak istediğimizde yaş sınırını 35 belirlersek, kümeyi oluştururken 36 yaşında olanların genç olmadığı sonucuna varırız. Fakat günlük yaşantımızda kullandığımız çoklu mantık sisteminde çok genç, genç, orta yaşlı, yaşlı olmak gibi sonsuz sayıda önerme bulunmaktadır (Özdağoğlu, 2011, s. 144-145). Tablo 3'de klasik mantık ile bulanık mantığın temel farklılıkları gösterilmiştir.

Tablo 3: Klasik Mantık ile Bulanık Mantığın Anahtar Fikirleri

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
Kesin	Kısmi
Hepsi veya hiçbiri	Belli derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında sürekli
Dijital bilgisayar	Normal ağ, beyin
İkili birimler	Bulanık birimler

Kaynak: Özdağoğlu, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri, 2011, s. 145.

3.2. Bulanık Küme Teorisi

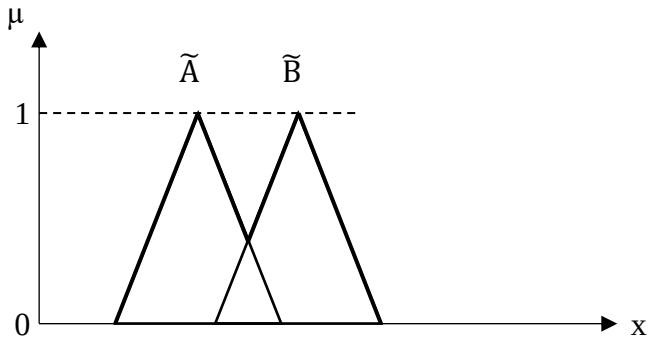
Matematiğin alt disiplini olan bulanık küme teorisi ilk olarak 1965 yılında L.A. Zadeh tarafından formüle edilerek zaman içerisinde önemli derecede teorik gelişme kat etmiştir. (Maiers ve Sherif, 1985, s. 175). Yöntem ilk zamanlarda Avrupalı bilim adamları tarafından ilgi görmemiş, fakat Japon firmasının uygulamayı hayata geçirmesiyle birlikte büyük ilgi toplamıştır. Günümüzde evlerimizde kullandığımız çamaşır makinelerinin çamaşırların kirliliğine göre uygun programı belirlemesi, bulaşık makinelerinin bulaşık miktarına göre yıkama programını belirlemesi Japon teknolojisiyle üretilen ve bulanık mantığa göre karar veren teknolojik icatlardandır (Özdağoğlu, 2011, s. 161).

Bulanık küme teorisi dilsel ifade edilen değişkenlerin belirli kriterlerle değerlendirilerek eksik veya kısmen bilinen bilgilerin de sisteme katılmasını sağlamaktadır (Ballı vd., 2009, s. 17). Küme üyeliklerinin belirlendikleri kesin sınır koşulları bulanık kümeler için esnek bir yapıdadır. Bulanık küme teorisinde, esnek dereceli bir geçişten bahsedilmektedir. Klasik kümeler ile bulanık kümeler arasındaki temel farkı üyelik fonksiyonları oluşturmaktadır. Geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonuyla ifade edilebilirken, bulanık kümeler sınırsız sayıda üyelik fonksiyonuyla ifade edilebilmektedir. Üyelik fonksiyonları belirlenirken, fonksiyonun uygulamayı doğru ifade etmesi gerekmektedir. Bulanık küme teorisinde doğru bir şekilde üyelik fonksiyonu belirlendikten sonra bulanıklık kalmadığı söylenmektedir (Şen ve Cenkçi, 2009, s. 4).

Bulanık kümeler, klasik kuramdaki matematiksel ifadelerin günlük yaşantıdaki karmaşık ifadeleri karşılamamasının verdiği yetersizlikler sebebiyle doğmuş, pek çok alanda kullanılmış ve hızla gelişmiştir (Kaptanoğlu ve Özok, 2006, s. 197). Bulanık küme ile klasik kümenin farkının anlaşılması için bulanık kümelerin gösteriminde çoğunlukla $\tilde{A}$ işareti kullanılmaktadır. Fakat sadece bu gösterimin kullanılmadığı, işaretinin sembolün üstünde ya da altında kullanıldığı da görülmektedir. Bulanık küme teorisinde işlemler klasik küme işlemlerine benzemekte, farklı olarak üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanmaktadır (Özdağoğlu, 2011, s. 149).

Birleşme İşlemi : Bulanık kümelerde birleşme işlemi $\widetilde{A} \vee \widetilde{B}$ ile gösterilmektedir. Eğer $\widetilde{A}$ ya da $\widetilde{B}$ kümesindeki eleman sadece bir kümede bulunuyorsa üyelik derecesi aynen yazılmakta, iki kümede de bulunuyorsa üyelik derecesi en büyük olan eleman birleşim kümesine dahil edilmektedir (Özdağoğlu, 2011, s.149-150). Üyelik fonksiyonu (1) numaralı eşitlikteki gibi tanımlanır, Şekil 3'de grafiksel gösterimi bulunmaktadır.

$$\mu\widetilde{A} \vee \widetilde{B} = \text{Max}(\mu\widetilde{A}(x), \mu\widetilde{B}(x)) \qquad x \in \widetilde{A} \text{ ya da } x \in \widetilde{B} \qquad (1)$$

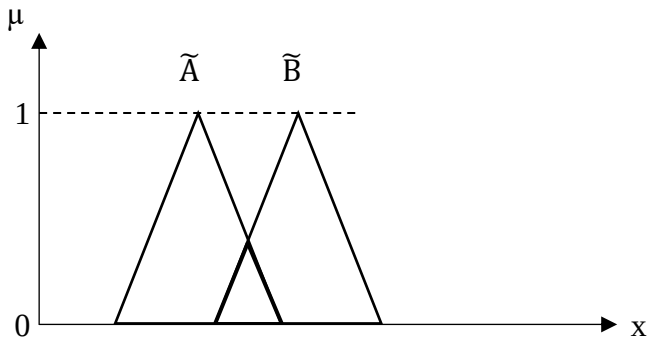


Şekil 3: Bulanık Kümelerde Birleşim İşlemi

Kaynak: Özdağoğlu, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri, 2011, s. 150.

Kesişim İşlemi : Bulanık kümelerde kesişim işlemi $\widetilde{A} \wedge \widetilde{B}$ gösterimi ile ifade edilir. İki kümede de aynı eleman bulunuyorsa üyelik derecesi en küçük olan eleman kesişim kümesine dahil edilir. (Özdağoğlu, 2011, s. 150). Kesişim kümesinin üyelik fonksiyonu (2) numaralı eşitlikteki gibi tanımlanmaktadır, Şekil 4'de grafiği gösterilmiştir.

$$\mu\widetilde{A} \wedge \widetilde{B} = \text{Min}(\mu\widetilde{A}(x), \mu\widetilde{B}(x)) \qquad x \in \widetilde{A} \text{ ve } x \in \widetilde{B} \qquad (2)$$

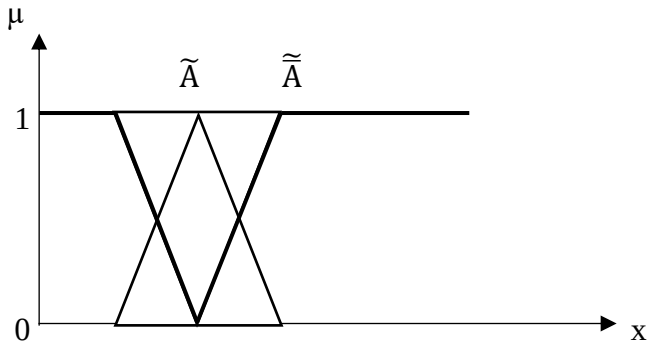


Şekil 4: Bulanık Kümelerde Kesişim İşlemi

Kaynak: Özdağoğlu, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri, 2011, s. 150.

Tümleyen İşlemi : Bulanık A kümesinin tamamlayıcı kümesi, kümenin değilini ifade etmektedir ve $\overline{A}$ şeklinde gösterilmektedir. A kümesi tümleyeninin üyelik fonksiyonu (3) numaralı eşitlikteki gibi tanımlanmıştır, Şekil 5'da grafiği gösterilmiştir (Özdağoğlu, 2011, s. 151).

$$\mu\bar{A}(x) = 1 - \mu\bar{A}(x) \tag{3}$$



Şekil 5: Bulanık Mantıkta Tümleyenin Gösterimi

Kaynak: Özdağoğlu, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri, 2011, s. 151.

3.3. Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık küme, 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesinin atandığı sürekli üyelik derecesine sahip olan ve üyelik fonksiyonlarıyla karakterize edilen bir kümedir. Bulanık kümeler elemanların spesifik kümelere üyelik derecelerini betimlemek için önerilir. Eşleştirme fonksiyonu gibi karakteristik fonksiyonlar kullanmak yerine, evrensel küme X'deki bir bulanık alt küme $\tilde{A}$, onun üyelik fonksiyonu olan $\mu_{\tilde{A}}(x)$ şeklinde tanımlanabilir (Vatansever ve Uluköy, 2013, s. 279). Burada, $x \in X$ elemanların evrensel kümeye ait olduklarını ifade etmektedir. Fonksiyon nesneler kümesi X'in birim aralık $[0,1]$'e eşlenmesinin matematiksel gösterimi (5)'de gösterilmiş, bulanık küme $\tilde{A}$ oluşturulmuştur (Armutlulu, 2014, s. 117).

$$\tilde{A} = \{(x, \mu\tilde{A}(x)) | x \in X\} \tag{4}$$

$$\mu_{\tilde{A}}(x) : X \rightarrow [0,1] \tag{5}$$

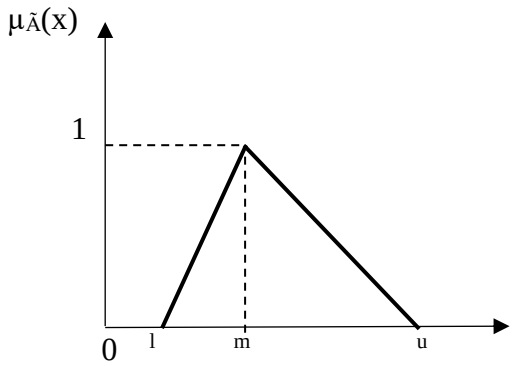
En yaygın kullanılan bulanık sayılar üçgensel ve yamuk bulanık sayılardır. Üçgensel bulanık sayılar, hesaplama kolaylığı nedeniyle uygulamada daha pratiktir, bu nedenle çalışmada dilsel değişkenleri temsil etmek için üçgensel bulanık sayılar tercih edilmektedir (Yalçın vd., 2012, s. 355).

3.3.1. Üçgensel Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları

Bir bulanık üçgensel sayı, (l/m, m/u) veya (l, m, u) şeklinde gösterilir. Bulanık bir olayda en düşük olasılığı (l), kesin değeri (m) ve en yüksek olasılığı (u) ifade eder (Akman ve Alkan, 2006, s. 30). Yani, küme değerleri arasında l< m< u ilişkisi vardır. $\widetilde{A}$ bulanık sayısının üyelik fonksiyonu (6) numaralı denklemdeki gibi gösterilmektedir (Görener, 2013, s.55).

$$\mu A(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x < l \\ (x-l)/(m-l) & , \quad l \le x \le m \\ (u-x)/(u-m) & , \quad m \le x \le u \\ 0 & , \quad x > u \end{cases} \tag{6}$$

Her işleme ait üyelik fonksiyonu farklıdır, fakat bu değerler $[0,1]$ aralığında değerler almaktadır. Bu yapıya örnek olarak üçgensel bulanık sayıların grafiksel gösterimi Şekil 6'deki gibidir (Özdağoğlu, 2011, s. 147).



Şekil 6: Üçgensel Bulanık Sayının Üyelik Fonksiyonu

Kaynak: Görener, Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama, 2013, s.55.

Üçgensel bulanık sayılarda, $\widetilde{A}$ ve $\widetilde{B}$ üçgensel bulanık sayı değerlerinin $\widetilde{A} = (l_a, m_a, u_a)$ ve $\widetilde{B} = (l_b, m_b, u_b)$ olduğu düşüldüğünde yapılacak işlemler aşağıdaki gibidir, k gerçek bir sayı değerini ifade etmektedir.

Toplama işlemi : $\widetilde{A} + \widetilde{B} = (l_a, m_a, u_a) + (l_b , m_b , u_b) = (l_a + l_b , m_a + m_b , u_a + u_b)$ (7)

$k + (l_a , m_a , u_a) = (k + l_a , k + m_a , k + u_a)$ (8)

Çıkarma işlemi : $\widetilde{A} – \widetilde{B} = (l_a, m_a, u_a) - (l_b , m_b , u_b) = (l_a - l_b , m_a - m_b , u_a - u_b)$ (9)

$k - (l_a , m_a , u_a) = (k - l_a , k - m_a , k - u_a)$ (10)

Çarpma işlemi : $\widetilde{A} \times \widetilde{B} = (l_a, m_a, u_a) \times (l_b , m_b , u_b) = (l_a \times l_b , m_a \times m_b , u_a \times u_b)$ (11)

$k \times (l_a , m_a , u_a) = (k \times l_a , k \times m_a , k \times u_a)$ (12)

Bölme işlemi : $\widetilde{A} \div \widetilde{B} = (l_a, m_a, u_a) \div (l_b , m_b , u_b) = (l_a \div l_b , m_a \div m_b , u_a \div u_b)$ (13)

$k \div (l_a , m_a , u_a) = (k \div l_a , k \div m_a , k \div u_a)$ (14)

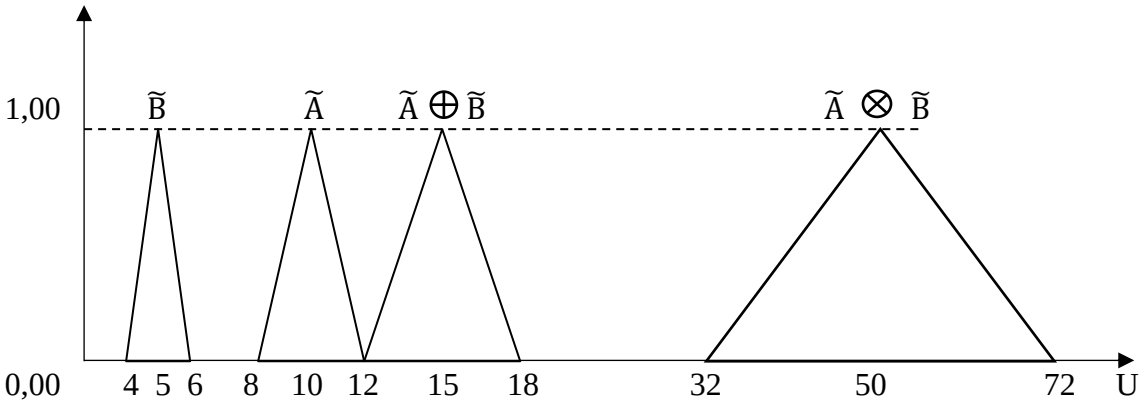
Üçgensel bulanık sayı değerlerinde toplama işlemi $\oplus$ sembolüyle, çarpma işlemi de $\otimes$ sembolüyle ifade edilmektedir. Örnek verilecek olursa, $\widetilde{A} = (8,10,12)$ ve $\widetilde{B} = (4,5,6)$ için yapılacak aritmetik işlemler şu şekildedir. Toplama işlemi için (7) numaralı denklem, çıkarma işlemi için (9) numaralı denklem, çarpma işlemi için (11) numaralı denklem, bölme işlemi için (13) numaralı denklem kullanılarak işlemler yapılmıştır. Üçgensel bulanık sayının Şekil 7'de toplama ve çarpma işlemleri grafik üzerinde gösterilmektedir (Chen, 1996, s. 267).

$\widetilde{A} \oplus \widetilde{B} = (8, 10, 12) \oplus (4, 5, 6) = (12, 15, 18)$

$\widetilde{A} - \widetilde{B} = (8, 10, 12) - (4, 5, 6) = (4, 5, 6)$

$\widetilde{A} \otimes \widetilde{B} = (8, 10, 12) \otimes (4, 5, 6) = (32, 50, 72)$

$\widetilde{A} \div \widetilde{B} = (8, 10, 12) \div (4, 5, 6) = (2, 2, 2)$



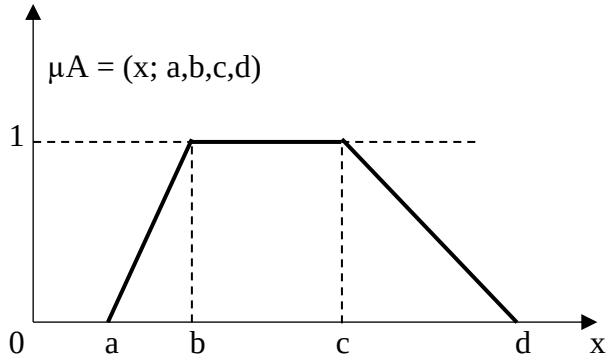
Şekil 7: Üçgensel Bulanık Sayı İşlemleri

Kaynak: Chen, Fuzzy Sets and Systems, 1996, s. 267.

3.3.2. Yamuk Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ yamuk sayısının parametreleri a,b,c ve d olduğunda matematik ifadesi (15) numaralı eşitlikteki gibi ve grafiksel gösterimi Şekil 8'deki gibidir.

$$\mu A(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq a \\ (x-a)/(b-a) & , \quad a \leq x \leq b \\ 1 & , \quad b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c) & , \quad c \leq x \leq d \\ 0 & , \quad d \leq x \end{cases} \tag{15}$$



Şekil 8: Yamuk Bulanık Sayının Grafik Gösterimi

Kaynak: Özdağoğlu, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri, 2011, s. 145.

3.4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi, Pensilvanya Üniversitesi'nden Thomas Saaty (1977) tarafından geliştirilmiş bir tekniktir. Bu teknik, karmaşık yapıdaki birden fazla kriter

içeren problemlerin çözümünde yararlı olmaktadır. AHS yöntemi çok sayıda amaç, kriter ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir sisteme dayanmaktadır. Bu hiyerarşik sistem, farklı kriterlerin çiftli karşılaştırılmaları yardımıyla uzman kararına dayalı olarak çalışmaktadır (Hillerman vd., 2017, s. 99). Saaty'e (2008) göre, AHS yönteminde organize bir şekilde karar vermek için öncelikli olarak şu adımların izlenmesi gerekmektedir.

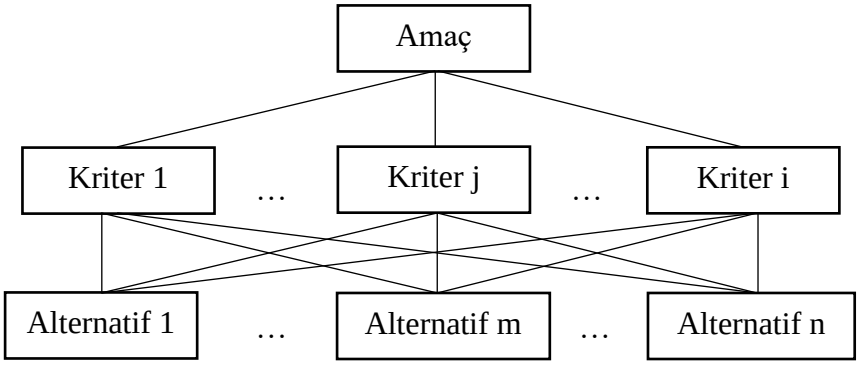
1. Sorun tanımlanarak aranan bilgi türü belirlenmelidir.
2. Karar vermek için hiyerarşik yapı oluşturulmalıdır. Hiyerarşik yapı oluşturulurken en üstte amaç, orta seviye de kriterler, en düşük seviye de ise alternatifler kümesi olmalıdır.
3. Karşılaştırma matrisi kurulmalıdır. Üst düzeydeki her bir öğe ile hemen alt seviyesindeki öğelerin karşılaştırmaları yapılmalıdır.
4. Karşılaştırmalardan elde edilen değerler bir alt düzeydeki önceliklerin tartılması için kullanılmalı ve bu işlem her bir öğe için tekrarlanmalıdır (Saaty, 2008, s. 85).

AHS, nitel ve nicel verilerin kullanılmasından dolayı tercih edilmektedir. Yöntemin uygulanışının kolay olması, yöneticiler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle işletme yöneticileri tarafından belirlenen kriterlerin ve alt kriterlerin üstünlüklerinin belirlenmesinde, en iyi tedarikçinin seçilmesinde ve sistemlerin etkinliğinin karşılaştırılmasında yardımcı olmaktadır (Dağdeviren ve Eren, 2001, s. 43). AHS'nin avantajı, yöntemin uygulanmasında hiyerarşik yapı oluşturulduğu için karmaşık problemler bileşenlerine ayrıştırılarak basit bir yapıya dönüşmektedir. Karar vericinin kişisel hükümleri kullanıldığından karar vermesi kolaylaşmaktadır. Dezavantajı ise, probleme yeni karar bileşenleri eklendiğinde alternatiflerin tercih sıralamasında değişiklere neden olabilmesidir. Çok sayıda hükümde bulunulması gerektiğinde AHS metodunun kullanılmasından kaçınıldığı belirtilmiştir (Aydın vd., 2009, s. 72-73).

3.4.1. Hiyerarşik Modelin Kurulması

Karar verme sürecinde ve sonuç üzerinde en önemli etken problemin modellenmesidir. Bu nedenle, AHS yönteminin kullanılmasında karar hiyerarşisinin belirlenmesi kritiktir.

Yöntemde hiyerarşik yapının oluşturulması karmaşık olan bir sorunun daha kolay çözümlenmesini sağlamaktadır (Albayrak, 2004, s. 496).



Şekil 9: Üç Seviyeli Hiyerarşik Yapı

Kaynak: Wang vd., An Integrated AHP-DEA Methodology for Bridge Risk Assessment, 2008, s. 515.

Şekil 9'da AHS'nin hiyerarşik yapısı yer almaktadır. Hiyerarşik yapının en üst seviyesindeki amaç, en iyi kararı vermek için makro hedefi oluşturmaktadır. Hiyerarşik yapının ikinci seviyesinde amaca katkıda bulunan kriterler, en alt seviyesinde ise karar alternatifleri bulunmaktadır. Alternatifler kriterlerin açıklanmasına, kriterler de amacın açıklanmasına yardımcı olmaktadır (İbicioğlu, 2014, s. 57).

3.4.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlıkların Belirlenmesi

Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra, hiyerarşiyi oluşturan kriterler birbirleriyle karşılaştırılarak ağırlıklarının hesaplanması gerekmektedir. Ağırlıklarının hesaplanması için kriterler bir üst seviyedeki kriterlerle ikili olarak karşılaştırılmaktadır. Saaty tarafından oluşturulan 1-9 ölçeği karşılaştırma yaparken hataların aza indirilmesinde yardımcı olmaktadır (Keçek ve Yıldırım. 2010, 199).

Tablo 4'deki karşılaştırma ölçeği kullanılarak karar vericinin yargıları ikili karşılaştırmalarla bir matrise dönüştürülmektedir (Eraslan ve Algün, 2005, 98). Karar verici, kararsız kaldığı durumlarda önem derecesinde yer almayan 2, 4, 6 ve 8 ara değerlerini kullanmalıdır. Eğer önem derecesi seçimini yapılırken 1 ile 3 arasında kararsız kalındıysa 2 değeri seçmelidir (Dağdeviren ve Eren, 2001, s. 43). Kriterlerin kendi

aralarında ağırlıklarının belirlenmesi için Tablo 4'deki önem skalasının bulunduğu temel ölçek kullanılmaktadır.

Tablo 4: Saaty İkili Karşılaştırmalar Ölçeği

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklama
1	Eşit Önemli	İkili alternatif amaca eşit katkıda bulunmaktadır.
3	Daha Önemli	Deneyimler ve yargılar bir kriterde diğerine göre biraz önemlidir.
5	Çok Daha Önemli	Deneyimler ve yargılar bir kriterde diğerine göre biraz önemlidir.
7	Çok Fazla Önemli	Kriter diğerlerine göre çok güçlü üstündür.
9	Kesin Önemli	Bir kriteri diğerine kıyasla destekleyen kanıt, mümkün olan en yüksek doğrulama düzeyindedir.
2,4,6,8	Ardışık iki yargı arasındaki ara önem dereceleri	Uzlaşma yapmak gerektiğinde kullanılabilir.
Değerlerin Tersleri	i aktivitesi j aktivitesiyle kıyaslandığında aldığı değerin tersine, j aktivitesi i aktivitesiyle kıyaslandığında sahip olmaktadır.	

Kaynak: Saaty, How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, 1990, s. 15.

Kriter ağırlıkları belirlenirken karar verici tüm değerlendirme kriterlerini birbiriyle karşılaştırmaktadır. İdeal bir durumda matris elemanlarıyla kriter ağırlıkları arasında ters simetrik kare matris ilişkisi bulunmaktadır. P matrisi için, $p_{ij} = {}^{1}/_{p_{ji}}$ olmak üzere eşitlik (16)'daki gibidir (Coşkun, 2015, s. 45).

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \cdots & p_{mm} \end{bmatrix} \qquad (16)$$

Tablo 5'de kriterlerin birbirlerine göre hangi oranda tercih edildiği gösterilmektedir. 2 numaralı kriterin 1 numaralı kritere göre tercih edilebilirliğini ${}^{w_2}/_{w_1}$ oranı sayısal olarak ifade etmektedir. Karar verici ikili karşılaştırma sonucunda bu değer için 9'u seçtiyse, 2 numaralı kriter 1 numaralı kritere göre ileri derecede önemlidir denilmektedir (Şahin ve Akyer, 2011, s. 75).

Tablo 5 : İkili Karşılaştırma Matrisi

	Kriter1	Kriter2	Kriter..	Kriter m
Kriter 1	w_1/w_1	w_1/w_2	…	w_1/w_m
Kriter 2	w_2/w_1	w_2/w_2		w_2/w_m
Kriter …	…	…	…	…
Kriter m	w_m/w_1	w_m/w_2	…	w_m/w_m

Kaynak: Ömürbek ve Şimşek, Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi, 2014, s. 309.

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasının ardından, karşılaştırma matrisinin her elemanı kendi sütun toplamlarına bölünerek normalleştirmiş karşılaştırma matrisi elde edilmektedir (Aydın vd., 2009, s. 74). Bu işlem her değerlendirme kriteri için tekrarlanarak eşitlik (17)'deki C matrisi elde edilmektedir. Elde edilen yeni matris P matrisinin öz vektörünü oluşturmaktadır. C matrisi oluşturulduktan sonra $\vec{w}$ öncelikler vektörünün hesaplanması için C matrisindeki satır elemanları m kriter sayısına bölünerek aritmetik ortalaması alınmaktadır. İşlemin sonucunda eşitlik (18)'deki her bir kriterin ağırlığını veren $\vec{w}$ sütun vektörü oluşturulmaktadır (Coşkun, 2015, s. 46-47).

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1m} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ c_{m1} & c_{m2} & \cdots & c_{mm} \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\vec{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdots \\ w_m \end{bmatrix} \quad (18)$$

3.4.3. Tutarlılık Oranının Hesaplanması

İkili karşılaştırmalar sırasında kıyaslama yapılırken karar vericinin kararları arasındaki tutarlılığın ölçülmesi gerekmektedir. Tutarlılık oranı kabul edilebilir düzeyde ise karar verme sürecine devam edilmekte, kabul edilemez düzeyde ise karar verici ikili karşılaştırmalarını gözden geçirerek analize devam etmektedir (Özdağoğlu, 2011, s. 17). İkili karşılaştırmalar tutarlı olduğunda, karar vericinin tercihleri arasındaki önem

ilişkilerinin geçişli olması gerekmektedir. Eğer, A ile B karşılaştırıldığında B tercih ediliyorsa, B ile C karşılaştırıldığında C tercih ediliyorsa yöntemin tutarlı olması için A'nın C'ye göre tercih ediliyor olması gerekmektedir. Tercihin öneminden bahsedildiğinde, eğer A ile B karşılaştırıldığında A elemanı B'ye göre 2 kez önemliyse, B ile C karşılaştırıldığında ise B elemanı C'ye göre 3 kez önemliyse A'nın C'ye göre 6 kez önemli olduğu anlaşılmalıdır. Aksi halde tutarlılıktan söz edilememektedir (İbicioğlu ve Ünal, 2014, s. 58-59).

İkili karşılaştırmalar matrisi P'nin, $\vec{w}$ öncelikler vektörüyle çarpılmasıyla yeni vektör elde edilmektedir. P matrisinin öz değeri λ_{max}'ın aldığı en yüksek değerinin karşılığıdır. Elde edilen yeni vektörün elemanları öncelikler vektöründe karşılık gelen elemanlara bölünerek toplam değeri alınmaktadır. Bu yeni değerin eleman sayısına bölünmesiyle öz değer λ_{max}'ın tahmini bulunmaktadır. Bulunan tahmin değerinin, n eleman sayısına yaklaşık olarak yakın değerde olması sonucun tutarlı olduğunu ifade etmektedir. Tutarlılık indeksi CI'nın hesaplanması (19)'daki eşitlik ile bulunmaktadır. (Özdağoğlu, 2011, s. 17-18).

$$CI = \frac{\lambda \max - n}{n-1} \tag{19}$$

Tutarlılık oranının hesaplanması için eşitlik (20)'deki CR'nin hesaplanması gerekmektedir. Eğer sonuç 0,10'dan küçük değilse problemin üzerinde tekrar çalışılmalı ve yargılar gözden geçirilerek düzeltilmelidir (Saaty, 1987, s. 171).

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{20}$$

Tutarlılık oranın hesaplanmasında kullanılan RI değeri rastsal indeks olup, değeri ölçüt sayısına göre Tablo 6'dan seçilmektedir (Şahin ve Akyer, 2011, 75).

Tablo 6: Rastsal İndeks Tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Kaynak: Saaty, The Analytic Hierarchy Process – What It is and How It is Used, 1987, s. 171.

3.4.4. Seçeneklerin Öncelik Değerlerinin Hesaplanması

Yöntemin son aşamasında, sonuç ağırlıklarının elde edilebilmesi için amaca göre genel alternatiflerle ilgili sıralama belirlenmektedir. İkili karşılaştırmalar matrislerinden elde edilen öncelikler birleştirilerek en alt seviyede bulunan alternatiflerin sonuç ağırlıkları elde edilir. Sonuçların sıralanmasıyla karar verici en iyi alternatifi belirleyebilir (Keçek ve Yıldırım, 2010, 202). Karar alternatiflerinin öncelikleri hesaplanırken her kriterin ağırlık puanıyla bu kriterlere göre aldıkları öncelik değerleri çarpılmaktadır. Bu işlem tüm kriterler için tekrarlanmaktadır (Özdağoğlu, 2011, s. 21). İşlemin sonucunda sütun vektörü elde edilmektedir. En yüksek değere sahip eleman, en iyi alternatifi vermektedir. Sıralama yapıldıktan sonra isteğe bağlı olarak duyarlılık analizi yapılabilmektedir (Coşkun, 2015, s. 49). Duyarlılık analizi, alternatiflerin her bir hedefle ne kadar iyi performansa sahip olduğunu ve yapılan değişikliklere karşı ne kadar duyarlı olduğunu göstermektedir (İbicioğlu, 2014, s. 58).

3.5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) Yöntemi

İnsanların verecekleri kararlarda genellikle somut kararların etkili olması belirsizliğe neden olmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHS yöntemiyle belirsizlik ortamında daha etkili karar verebilmek için AHS yöntemi bulanık mantıkla birleştirilerek Bulanık AHS yöntemi ortaya çıkmıştır (Coşkun vd., 2015, s. 137). Literatürde farklı Bulanık AHS uygulamaları pek çok kez kullanılmıştır. BAHS konusundaki ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrytcz (1983) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, üçgensel bulanık sayılarla ifade edilen bulanık oranlar kıyaslanmıştır. Buckley (1985)'in çalışmasında, yamuk bulanık sayıları kullanılarak model geliştirmiştir. Chang (1996) yeni bir yaklaşım ortaya koyarak Bulanık AHS'nin ikili karşılaştırma ölçeği için üçgensel bulanık sayıları ve ikili karşılaştırmaların yapay mertebe değerleri için mertebe analizini kullanmıştır (Kaptanoğlu ve Özok, 2006, s. 199).

Bulanık AHS yönteminde ikili karşılaştırmalar için çeşitli ölçekler kullanılmakta olup, sıklıkla kullanılan ölçek bulanık üçgensel sayılardan oluşmaktadır. Bulanık üçgensel sayılardan oluşan ölçek Tablo 7'de gösterilmektedir (Göksu ve Güngör, 2008, s. 11).

Tablo 7: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Önem Ölçeği

Açıklama	Önem Derecesi	Önem Derecesi Eşleniği
Eşit Önemli	$(1,1,1)$	$(1,1,1)$
Daha Önemli	$(2/3, 1, 3/2)$	$(2/3, 1, 3/2)$
Çok Daha Önemli	$(3/2, 2, 5/2)$	$(2/5, 1/2, 2/3)$
Çok Fazla Önemli	$(5/2, 3, 7/2)$	$(2/7, 1/3, 2/5)$
Kesin Önemli	$(7/2, 4, 9/2)$	$(2/9, 1/4, 2/7)$

Kaynak : Göksu ve Güngör, 2008, Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses ve Üniversite Sıralamasında Uygulanması, s. 11.

Bulanık AHS metodu içerisinde en çok kabul gören ve kullanılan yöntem Chang'in yaklaşımıdır. Chang'in ortaya koyduğu metodun sıklıkla kullanılmasının en önemli nedeni yönteminin klasik AHS yöntemine benzerliği ve diğer bulanık AHS yöntemlerine göre uygulanmasının daha kolay olmasıdır (Şen ve Cenkçi, 2009, s. 6). Yönteminin karar vericiler tarafından sıklıkla seçilmesinin diğer nedeni, belirsizliğin karar verme sürecindeki etkilerini azaltmaktır (Vatansever ve Uluköy, 2013, s. 280).

3.5.1. Genişletilmiş Bulanık AHS Analiz Yöntemi

Bulanık AHS yönteminde $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ kriter seti olarak tanımlanmaktadır. Kriter setine ana amaç açısından bakıldığında ana kriterleri, ana kriterler açısından bakıldığında ise alt kriterleri ifade etmektedir (Özdağoğlu, 2011, s. 159). X kriter setinde, her bir kriter için m boyut analizi değeri $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \ldots, M_{gi}^j$ (1, 2, …,n) şeklinde ifade edilmektedir. M_{gi}^j değerlerindeki l, m ve u parametreleri bulanık üçgensel sayılardır. Chang'in boyut analizinin adımları şu şekildedir (Şen ve Cenkçi, 2009, s. 6).

Adım 1 : *i.* kriter için hesaplanan bulanık sentetik boyut değeri eşitlik (21) kullanılarak hesaplanmaktadır (Kaptanoğlu ve Özok, 2006, s. 200). Sentetik değer, üretilen yeni sayı değerinin beklenen işlevi görebildiği fakat tam karşılığı vermemesi nedeniyle de belirsizliğe sahip temsili bir sayıdır. Bu nedenle sentetik yerine yapay kelimesi de tercih edilebilmektedir (Turgut, 2015, s. 84).

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \quad (21)$$

Eşitlik içerisinde yer alan $\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ değerini elde edebilmek için, eşitlik (22)'deki bulanık toplama işlemin yapılması gerekmektedir (Akman ve Alkan, 2006, s. 33).

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j\right) \quad (22)$$

Üçgensel bulanık sayı değerlerindeki l parametresi bulanık sayısının en alt değerini, m parametresi bulanık sayının orta değerini, u parametresi ise bulanık sayının en yüksek değerini ifade etmektedir (Şen ve Cenkçi, 2009, s. 6). Ardından $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ değerinin bulunması için eşitlik (23)'deki bulanık toplama işlemi yapılmaktadır.

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{m} l_i, \sum_{i=1}^{m} m_i, \sum_{i=1}^{m} u_i\right) \quad (23)$$

Toplamın tersi işleminin $\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ elde edilebilmesi için (24)'deki eşitlik kullanılarak vektörün tersi elde edilmektedir.

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) \quad (24)$$

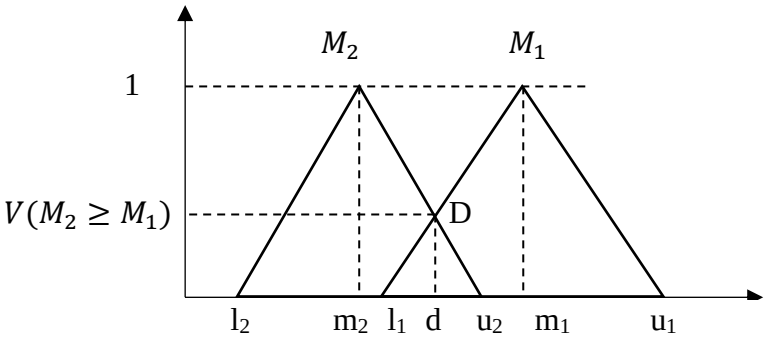
Adım 2 : $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$'in olabilirlik derecesi $V(M_2 \geq M_1)$ ile ifade edilmektedir. Eşitlik (25)'deki gibi gösterilmekte olup üyelik fonksiyonu eşitlik (26)'daki gibi tanımlanmaktadır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x}\left[min\, \mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)\right] \quad (25)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & , \ m_2 \geq m_1 \ ise \\ 0 & , \ l_1 \geq u_2 \ ise \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \ aksi \ durumlarda \end{cases} \quad (26)$$

$M_1 \ ve \ M_2$ değerlerinin karşılaştırılması için $M_1 \geq M_2$ ve $M_2 \geq M_1$ ikili karşılaştırmalarına ayrı ayrı bakılması gerekmektedir. $M_1 \ ve \ M_2$ bulanık sayı değerlerinin

kesişim noktası D noktasının ordinatına eşit olmaktadır. Karşılaştırmanın grafiksel ifadesi Şekil 10'de gösterilmektedir (Kaptanoğlu ve Özok, 2006, s. 200).



Şekil 10: M_1 ve M_2 Arasındaki Kesişim Noktası

Kaynak: Kaptanoğlu ve Özok, 2006, Akademik Performans Değerlendirmesi için Bir Bulanık Model, s. 200.

Adım 3 : *M* değerinin diğer M_i ($i = 1,2,\ldots,k$) değerlerinden büyük olmasının olasılığı eşitlik (27)'deki gibi tanımlanmaktadır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \ldots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ve } \ldots \text{ ve } (M \geq M_k)]$$

$$= \min V(M \geq M_i) \quad (i = 1,2,\ldots,k) \tag{27}$$

Bütün k değerleri için $k = 1,2,\ldots,n$ ve $k \neq i$,

$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olduğu varsayıldığında ağırlık vektörü eşitlik (28)'de görüldüğü gibi oluşturulmaktadır. A_i ($i = 1,2,\ldots,n$) n'nin eleman sayısı kadar değer almaktadır.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \ldots, d'(A_n))^T \tag{28}$$

Adım 4 : Eşitlik (3.28)'deki ağırlık vektörü eşitlik (29)'daki gibi normalize edilmektedir. Elde edilen W değeri bulanık sayı değil, kesinlik ifade eden bir değerdir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \ldots, d(A_n))^T \tag{29}$$

3.6. TOPSIS Yöntemi

İnsanlar farkında olmadan günlük yaşantılarında bile bir şeyleri optimize etmeye, karlılıklarını maksimize ederken kayıplarını minimuma indirmeye çalışmaktadır. Karar

verme sürecinde alternatifler arasından en uygun olanı seçmek için kullanılan yöntemlerden biri de TOPSIS yöntemidir (Özdemir vd., 2014, s. 133-134). TOPSIS (Technique for Order Preference by Similitary to Ideal Solution) yönteminde alternatiflerin en iyi çözüme olan uzaklığına göre sıralama yapılmakta ve bu sıralamaya göre çözüm önerisi sunulmaktadır. Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilen TOPSIS yöntemi, alternatiflerin pozitif ideal çözüme en kısa mesafede negatif ideal çözüme ise en uzak mesafede bulunması temeline dayanmaktadır (Özden, 2009, s. 75).

TOPSIS yönteminin anlaşılır olması ve kullanılan matematiksel işlemlerin kolaylığı hesaplama üstünlüğü sağlamakta, göreceli performansların ölçülmesine imkan tanımaktadır. Faktör ağırlığının yöntemdeki tek öznel girdi değişkeni olması karar vericilerin yöntemi sıklıkla tercih etmesine neden olmaktadır (Dumanoğlu ve Ergül, 2010, s. 102). TOPSIS yöntemindeki tek varsayım her ölçütün monoton artan ya da monoton azalan olmasıdır (Özer vd., 2010, s. 251). Pozitif ideal çözüm A^* = $(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_j^*, \ldots, x_n^*)$ şeklinde gösterilmektedir. x_j^* değeri, j'inci kriterin tüm alternatifler için en iyi değerini ifade etmektedir. Negatif ideal çözüm A^-= $(x_1^-, x_2^-, \ldots, x_j^-, \ldots, x_n^-)$ olarak tanımlandığında x_j^- değeri, j'inci kriterin tüm alternatifler için en kötü değerini belirtmektedir. Yöntemde pozitif ideal çözüme en yakın alternatifin aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak alternatif olduğu varsayılmaktadır ama bu her zaman aynı nokta olmamaktadır (Özden, 2009, s. 77). TOPSIS yöntemini açıklayan altı aşama bulunmaktadır.

1. Karar matrisinin oluşturulması
2. Normalizasyon
3. Ağırlıklandırma
4. İdeal pozitif ve ideal negatif çözümlerin belirlenmesi
5. İdeal pozitif ve ideal negatif çözümden uzaklıkların hesaplanması
6. İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması ve sıralanması (Gerşil ve Palamutçuoğlu, 2016, s. 61).

İlk aşama olan karar matrisi oluşturulmadan önce amaçlar belirlenmekte, değerlendirme kriterleri tanımlanmakta, sıralanacak alternatifler ve bu alternatiflerin karşılaştırılacağı

kriterler belirlenmektedir (Karaatlı vd., 2014, s. 37). İzleyen başlıklarda TOPSIS yönteminin adımları sırasıyla tanımlanmaktadır.

3.6.1. Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar verici belirlenen karar kriterleriyle ve alternatiflerle ilgili karar matrisini oluşturmaktadır (Özden, 2009, s. 67). Karar matrisi oluşturulurken üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları satırlarda, karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri ise sütunlarda yer almaktadır (Abalı vd., 2012, s. 267). Karar vericinin oluşturduğu başlangıç matrisi A matrisi olarak tanımlanmaktadır (Uygurtürk ve Korkmaz, 2012, s. 103). A_{ij} matrisindeki alternatif sayısı m, kriter sayısını n ile temsil edilmektedir (Özer vd., 2010, s. 252). Tablo 8'deki karar matrisinde, alt alta sıralanan alternatiflerin $(A_1, A_2, \ldots, A_m)$ karşılarında her bir kriterin alternatiflere göre gösterdikleri özellikler $(x_{1n}, x_{2n}, \ldots, x_{mn})$ listelenmektedir (Yurdakul ve İç, 2003, s. 12).

Tablo 8 : Karar Matrisi

Alternatifler	Özellikler			
	Kriter_1	Kriter_2	$\text{Kriter}_{\ldots}$	Kriter_n
A_1	x_{11}	x_{12}	$x_{1\ldots}$	x_{1n}
A_2	x_{21}	x_{22}	$x_{2\ldots}$	x_{2n}
…	$x_{\ldots 1}$	$x_{\ldots 2}$	$x_{\ldots}$	$x_{\ldots n}$
A_m	x_{m1}	x_{m2}	$x_{m\ldots}$	x_{mn}
Kareler Toplamı	$\text{b}_1 = \sum_{i=1}^{m} x_{k1}^2$	$\text{b}_2 = \sum_{i=1}^{m} x_{k2}^2$	$\sum_{i=1}^{m} x_{k\ldots}^2$	$\text{b}_n = \sum_{i=1}^{m} x_{kn}^2$

Kaynak : Özden, 2009, Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Performansları Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Analizi, s. 68.

Tablo 8'de oluşturulan karar matrisi eşitlik (30)'daki A_{ij} matrisiyle gösterilmektedir. A_{ij} matrisindeki i değerlerinin her biri j kriterinin performans değerini vermektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \ldots & x_{mn} \end{bmatrix} \tag{30}$$

3.6.2. Normalize Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Normalize karar matrisi R_{ij}, A_{ij} matrisi yardımıyla oluşturulmaktadır. Karar matrisindeki kriterlere ait özelliklerin kareleri toplamının karekökü alınarak A_{ij} matrisi eşitlik (31)'deki formül yardımıyla normalize edilmektedir (Abalı vd., 2012, s. 267).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \qquad i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n \tag{31}$$

Tablo 9 : Normalleştirilmiş Karar Matrisi

Alternatifler	Özellikler			
	$Kriter_1$	$Kriter_2$	$Kriter_{...}$	$Kriter_n$
A_1	$r_{11} = \frac{x_{11}}{\sqrt{b_1}}$	$r_{11} = \frac{x_{12}}{\sqrt{b_2}}$	…	$r_{1n} = \frac{x_{1n}}{\sqrt{b_n}}$
A_2	$r_{21} = \frac{x_{21}}{\sqrt{b_1}}$	$r_{22} = \frac{x_{22}}{\sqrt{b_2}}$	…	…
…	…	…	…	…
A_n	$r_{m1} = \frac{x_{m1}}{\sqrt{b_1}}$	$r_{m2} = \frac{x_{m2}}{\sqrt{b_2}}$	…	$r_{mn} = \frac{x_{mn}}{\sqrt{b_n}}$

Kaynak : Özden, 2009, Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Performansları Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Analizi, s. 69.

Tablo 9'da normalleştirilmiş karar matrisinin gösterimi bulunmaktadır. Bu işlemler yardımıyla eşitlik (32)'deki normalleştirilmiş karar matrisi R_{ij} elde edilmektedir.

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \ldots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{32}$$

3.6.3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Değerlendirme kriterlerine ilişkin w_i göreli ağırlık değerleri amaca göre belirlenmektedir. Eşitlik (33)'deki toplam kriter ağırlıklarının toplamı 1'e eşittir (Ömürbek ve Kınay, 2013, s. 353). Kriterlerin ağırlığı i olmak üzere, normalize edilmiş karar matrisinin

elemanlarının kriterlere verdikleri önemler doğrultusunda ağırlık değerleri bulunmaktadır (Supçiller ve Çapraz, 2011, s. 10).

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \tag{33}$$

R_{ij} matrisindeki her bir sütunun elemanı ilgili w_i değeri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış standart karar matrisi (V) oluşturulmaktadır (Özdağoğlu, 2011, s. 71).

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ & & \cdots & \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \tag{34}$$

3.6.4. Pozitif İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yönteminde değerlendirme faktörlerinden her birinin monoton artan ya da azalan olduğu varsayılmaktadır. İdeal çözüm seti oluşturulurken ilgili değerlendirme faktörü maksimize edilecek ise sütun değerlerinin en büyüğü, minimize edilmek isteniyorsa sütun değerlerinin en küçüğü seçilmektedir (Dumanoğlu ve Ergül, 2010, s. 106). Pozitif ideal çözüm, ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin en iyi performans değerlerini, negatif ideal çözüm ise en kötü değerlerini vermektedir (Supçiller ve Çapraz, 2011, s. 11). Pozitif ideal çözümün bulunması için eşitlik (35), negatif ideal çözümün bulunması için eşitlik (36) kullanılmaktadır.

$$A^* = \left\{ (max_i V_{ij} | j \in J) , (min_i V_{ij} | j \in J') \right\} \tag{35}$$

$$A^- = \left\{ (min_i V_{ij} | j \in J) , (max_i V_{ij} | j \in J') \right\} \tag{36}$$

J değeri maksimizasyonu yani faydayı, J' ise minimizasyonu yani kaybı belirtmektedir (Özdağoğlu, 2011, s. 71). Eşitlik (35)'deki formülden hesaplanacak pozitif ideal çözüm seti her bir sütuna ait maksimum değerleri $A^* = (V_1^*, V_2^*, \ldots, V_n^*)$, eşitlik (36) ise her sütunun negatif değerlerinden oluşan $A^- = (V_1^-, V_2^-, \ldots, V_n^-)$ negatif ideal çözüm setini tanımlanmaktadır (Özdemir vd., 2014, s. 137).

3.6.5. Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde ideal ve negatif ideal çözüm setindeki sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian yaklaşımı kullanılmaktadır. Euclid yaklaşımıyla her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin uzaklıkları hesaplanmaktadır. Karar noktalarındaki sapma değerlerinin ideal ayırım ölçüsü S_i^*, negatif ideal ayırım ölçüsü S_i^- ile belirtilmektedir. İdeal ayrım ölçüsü S_i^* 'nin hesaplanması eşitlik (37)'de, negatif ideal çözüm S_i^- 'nin hesaplanması ise eşitlik (38)'de gösterilmektedir. Hesaplama sonrasında karar nokta sayısı kadar S_i^* ve S_i^- değeri elde edilmektedir (Özen ve Orçanlı, 2013, s. 294-295).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^*)^2} \tag{37}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{38}$$

3.6.6. İdeal Çözüme Göreli Yakınlık Derecesinin Belirlenmesi

İdeal ve ideal olmayan noktalara uzaklıklar yardımıyla her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığı hesaplanmaktadır. C_i^* ideal çözüme göreli yakınlığı belirtmek için kullanılmakta ve 0 ile 1 aralığında değer almaktadır (Özdemir vd., 2014, s. 138). $C_i^* = 1$ iken ilgili karar noktasının ideal çözüme mutlak yakınlığını, $C_i^* = 0$ iken ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir (Gerşil ve Palamutçuoğlu, 2016, s. 63).

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \tag{39}$$

Eşitlik (39)'daki formülle her bir alternatifin ideal çözüme göreceli yakınlıkları hesaplanmaktadır. C_i^* değerine en yakın alternatif, ideal çözüme en uygun alternatif olarak seçilmektedir. İdeal çözüme en yakın alternatif, negatif ideal çözüme en uzak alternatif olmaktadır (Özden, 2009, s. 80-81).

4. UYGULAMA

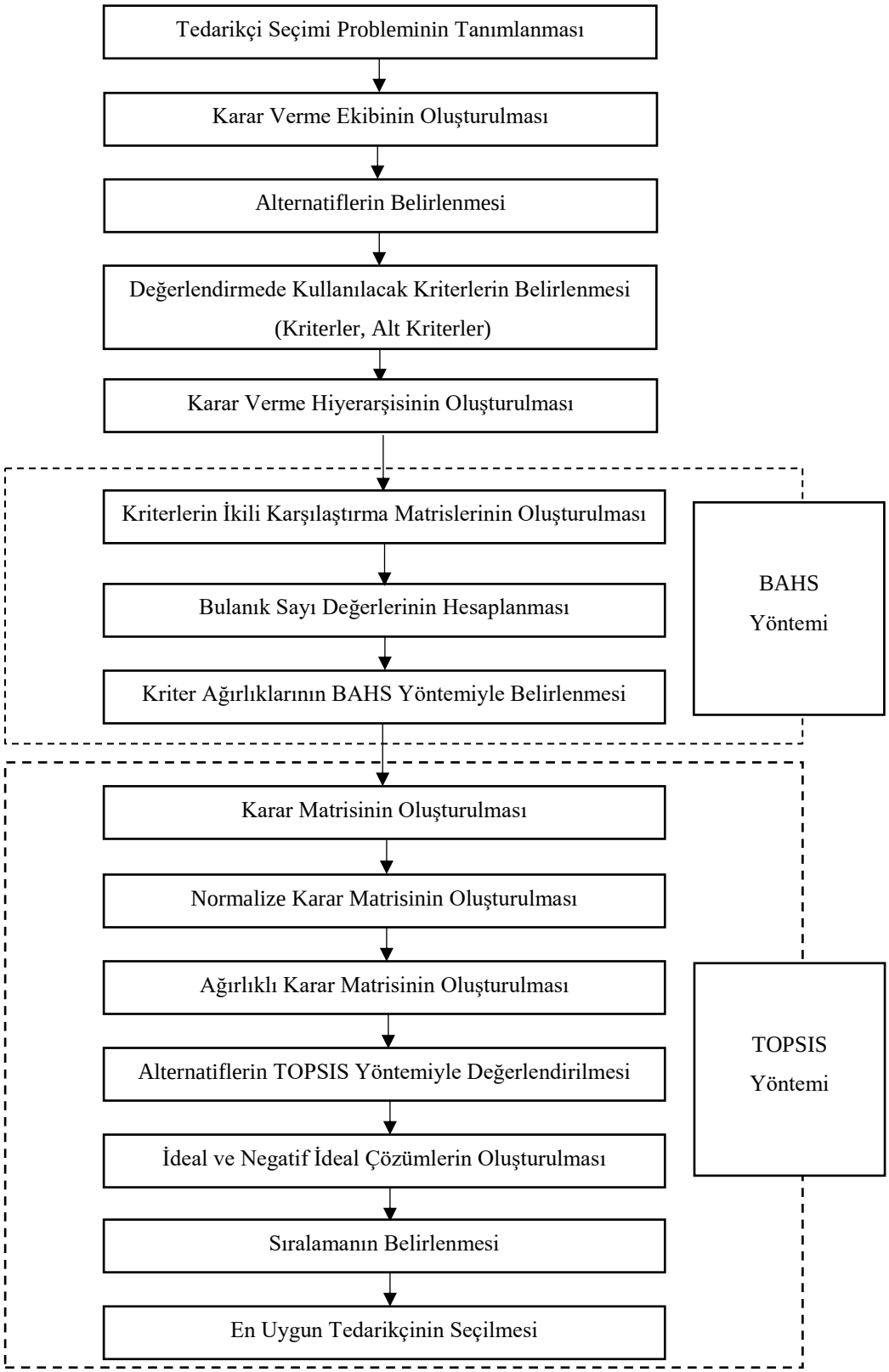
Bu çalışma, İstanbul'da bulunan Highlight Aydınlatma A.Ş. firmasında gerçekleştirilmiştir. 36 ülkede yerel faaliyet gösteren Avusturya merkezli işletme, Türkiye'deki aydınlatma faaliyetlerinin yürütülmesinde kurucu ortaklık yapısına sahiptir. Türkiye, Slovakya ve Avusturya olmak üzere üç ülkede üretimini gerçekleştiren işletme, ülkemizdeki üretim faaliyetlerini 2016 yılından itibaren sürdürmektedir. Dünyanın en büyük kapasiteli kristal üreticisinin Türkiye distribütörlüğünü yürütmekte olup, avize ve aydınlatma modasının öncü markalarının yetkili dağıtıcılığını yapmaktadır. Firma, Türkiye'deki aydınlatma projelerinin tasarımını, üretimini, montajını üretim ekibiyle birlikte gerçekleştirerek kendi ürünlerine ve sektörde bulunan bir çok firmaya ürün tedariği sağlamaktadır. Tasarımını ve aydınlatmasını yaptığı festivaller, alışveriş merkezleri, oteller, belediyeler, restoranlar, kafeler başlıca faaliyet alanlarını oluşturmaktadır. İstanbul'daki üretim tesislerinde kişiye ve mekana özel tasarımlar gerçekleştirerek hem bireysel hem de proje satışları yapılmaktadır. Uygulamada, Highlight Aydınlatma A.Ş. firmasından işletmenin talep ettiği 2*1,5 TTR tipi kablo için kablo tedarikçisi firmaların ve aydınlatma grubu elamanlarından 5 watt E14 top tipi led ampul tedariği yapan firmaların bilgilerine göre analiz yapılarak çalışmanın sonucu değerlendirilmiştir.

4.1. Tedarikçi Değerlendirme Modeli

İşletmelerin faaliyet gösterdikleri alanlara göre tedarikçi seçiminde kullandıkları kriterler değişiklik göstermektedir. Çok kriterli karar verme problemlerinden olan tedarikçi seçimi birden fazla kriter içermektedir. Uygulamada, aydınlatma firması için tedarikçi seçim problemi 5 ana kriter ve 18 alt kritere göre değerlendirilmiştir. Satın alma müdürü ve alanında uzman kişilerden oluşturulan karar verme ekibine, önce literatür ve yöntemle ilgili bilgi verilerek değerlendirme kriterleri hakkında görüşleri alınmıştır. Karar vericilerden, ikili karşılaştırma ölçeğine göre ana kriterleri ve alt kriterleri kendi aralarında değerlendirmeleri istenmiştir. Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHS ve TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılarak tedarikçi seçimi

yapılmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde BAHS yöntemi, tedarikçilerin sıralanarak en uygun tedarikçinin seçilmesinde ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Tedarikçi seçim probleminin çözümüne ilişkin akış diyagramı Şekil 11'de gösterilmektedir. Akış diyagramı, sürecin nasıl ilerleyeceğini uygulamanın herhangi bir aşamasında sorun yaşanırsa hangi adımın yeniden değerlendirilmesi gerektiğini görsel olarak ifade etmektedir. Akış diyagramında değerlendirilen koşul sağlanıyorsa bir sonraki aşamanın işlemine devam edilmekte, sağlanmıyorsa bir önceki adıma geri dönülerek koşulun neden sağlanmadığı hakkında inceleme yapılmaktadır.

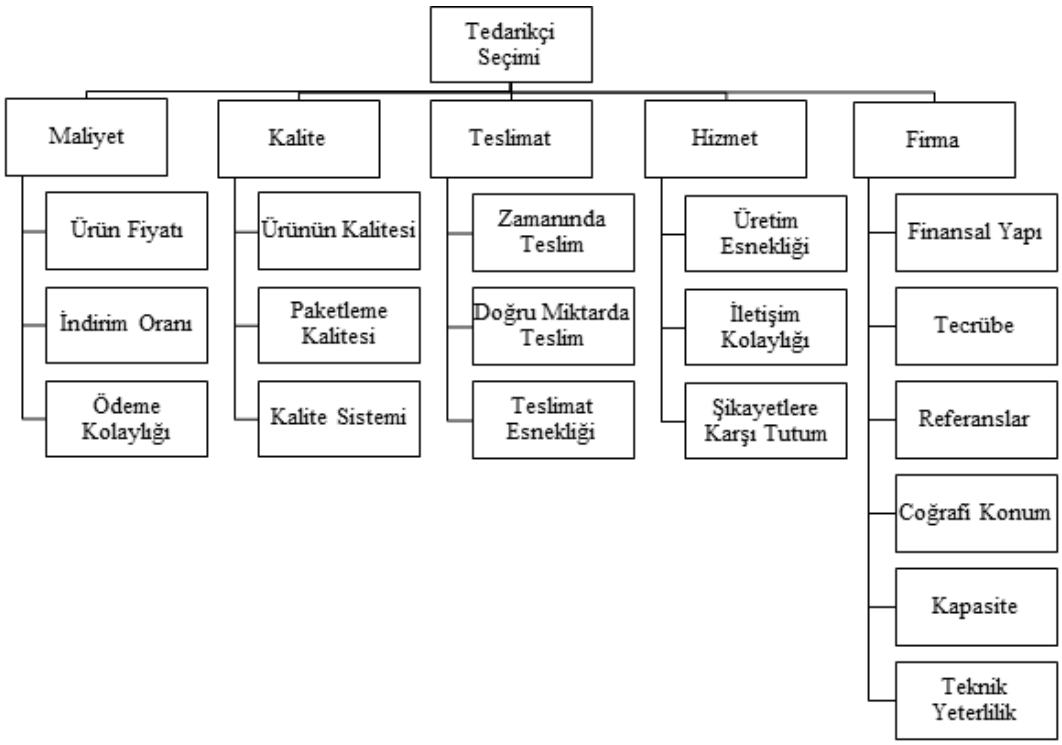


Şekil 11: Tedarikçi Seçimine İlişkin Akış Diyagramı

Kaynak : Sarabadan ve Abbasi, 2014, Evaluating Tactical Missile Systems by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Method, s. 29. örnek alınarak oluşturulmuştur.

4.2. Tedarikçi Seçim Kriterleri

Aydınlatma firması tedarikçi seçim probleminde öncelikle karar vericilerin değerlendirmede dikkate alacağı ana kriterler ve alt kriter belirlenmiştir. Uygulamanın 5 ana kriteri; maliyet, kalite, teslimat, hizmet ve firma olarak isimlendirilmiştir. Ana kriterler kendi içerisinde 18 alt kritere ayrılmaktadır. Bu alt kriterler, ürün fiyatı, indirim oranı, ödeme kolaylığı, ürünün kalitesi, paketleme kalitesi, kalite sistemi, zamanında teslim, doğru miktarda teslim, teslimat esnekliği, üretim esnekliği, iletişim kolaylığı, şikayetlere karşı tutum, finansal yapı, tecrübe, referanslar, coğrafi konum, kapasite ve teknik yeterlilikten oluşmaktadır. Kriterlerin hiyerarşik yapısı Şekil 11'de ifade edilmektedir.



Şekil 12: Uygulamada Kullanılan Seçim Kriterleri

4.2.1. Maliyet Ana Kriteri

İşletmeler ihtiyaç duydukları malzemeleri en uygun maliyetle tedarikçilerinden almak istemektedir. Uygulamada, maliyet ana kriteri ürün fiyatı, indirim oranı ve ödeme kolaylığı olmak üzere üç alt kritere göre değerlendirilmiştir. Ürün fiyatı, işletmenin

tedarikçilerinden sağladığı malzeme ve hammaddelerin alış fiyatını ifade etmektedir. İndirim oranı, işletmenin toplu miktarda ürün alması durumunda tedarikçilerin yüzde kaç oranında iskonto yaptığını göstermektedir. Ödeme kolaylığı, tedarikçilerin işletmeye sağladığı indirim ve taksitlendirme imkanları olarak değerlendirilmektedir.

4.2.2. Kalite Ana Kriteri

Kalite kriteri işletmelerin tedarikçilerini seçerken dikkat ettiği en önemli kriterlerdendir. Kalite kriteri, ürünün kalitesi, paketleme kalitesi ve kalite sistemi olmak üzere üç bölümde incelenmiştir. Ürünün kalitesi değerlendirilirken tedarikçilerden temin edilen ürünlerin hata oranları dikkate alınmaktadır. Tedarikçilerden sağlanan hammadde ve ara mamullerin hata oranının düşük olması geri iadelerin oranını düşürmekte, üretilen ürününün kalitesini arttırmaktadır. Paketleme kalitesi, ürünün istenilen şartlarda, hasarsız, ambalajlanarak teslim alınmasını ifade etmektedir. Kalite sistemi değerlendirilirken tedarikçilerin ISO 9001 ve benzeri kalite yönetim sistemi standartlarına uygunluğuna bakılmaktadır.

4.2.3. Teslimat Ana Kriteri

Tedarikçiler ürünlerini doğru zamanda, doğru miktarda, hızlı ve güvenilir bir şekilde teslim etmekle yükümlüdür. Uygulamada tedarikçiler zamanında teslim, doğru miktarda teslim, teslimat esnekliği olmak üzere üç alt kritere göre değerlendirilmiştir. İstenilen hammaddelerin ya da ürünlerin önceden belirlen zamanda işletmeye teslim edilmesi zamanında teslim kriterinin konusunu oluşturmaktadır. Tedarikçilerden alınan ürünlerin işletmenin istediği sayıdan eksik ya da fazla olmaması doğru miktarda teslimat kriteri kapsamında değerlendirilmektedir. Teslimat esnekliği kriteri, sipariş miktarında meydana gelebilecek değişikliklerin ya da işletmelerin acil ürün isteklerinin tedarikçiler tarafından karşılanabilir olmasıyla ilgilenmektedir.

4.2.4. Hizmet Ana Kriteri

İşletmelerin tedarikçileriyle aralarındaki hizmet ilişkisi üç alt kriter ile açıklanmaktadır. Hizmet kriteri açıklanırken tedarikçilerin üretim esnekliği, iletişim kolaylığı ve şikayetlere karşı tutumu değerlendirilmiştir. Üretim esnekliği kriterinde tedarikçilerin

farklı tipte ürünleri üretebilme, değişik modeldeki ürün taleplerini karşılayabilme yeteneği ifade edilmektedir. İletişim kolaylığı, işletme tedarikçisini aradığında ulaşabilmesi, sorularına cevap alabilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Şikayetlere karşı tutum kriteri, tedarikçilerin herhangi bir sorun karşısında çözüm sunma başarısı olarak değerlendirilmektedir.

4.2.5. Firma Ana Kriteri

Firma ana kriteri kapsamında tedarikçiler altı kritere göre değerlendirilmekte olup bunlar, finansal yapı, tecrübe, referanslar, coğrafi konum, kapasite ve teknik yeterliliktir. Tedarikçilerin finansal yapısına bakılırken elde ettikleri yıllık kazançlara göre karar verilmektedir. Tecrübe kriteri değerlendirilirken tedarikçi firmaların kaç yıldır sektörde aktif olduklarına bakılmaktadır. Tedarikçilerin kaç tane işletmeyle çalıştığını referans kriteri belirtmektedir. Coğrafi konum, tedarikçilerin nerede olduklarını göstermektedir. Kapasite, üretilebilecek miktarı ifade ederken, teknik yeterlilik kriteri makinelerin donanımının üretimi gerçekleştirmek için ne kadar elverişli olduğunu göstermektedir.

Tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterlere ilişkin değerlendirme yöntemleri, Tablo 10'da özetlenmiştir.

Tablo 10: Tedarikçi Seçiminde Kullanılacak Kriterlerin Değerlendirme Yöntemleri

A	**Maliyet Ana Kriterleri**	
A1	Ürün Fiyatı	Adet veya metre bazında TL fiyat
A2	İndirim Oranı	Çoklu alımlardaki indirim oranı (Örneğin, kablo için 5000 metre üzeri)
A3	Ödeme Kolaylığı	Çek, vade vb. ödeme imkanları (0-100 arasında puanlama)
B	**Kalite Ana Kriteri**	
B1	Ürünün Kalitesi	Hatalı ürün oranı (%)
B2	Paketleme Kalitesi	0-100 arasında puanlama
B3	Kalite Sistemi	ISO 9001 vb. kalite sistemi (Var=1, Yok=0)
C	**Teslimat Ana Kriteri**	
C1	Zamanında Teslim	0-100 arasında puanlama
C2	Doğru Miktarda Teslim	0-100 arasında puanlama
C3	Teslimat Esnekliği	Acil ürün isteğinizin karşılanması (0-100 arasında puanlama)

D	Hizmet Ana Kriteri	
D1	Üretim Esnekliği	Farklı tipte ürün isteğinizi karşılanması (Evet=1, Hayır=0)
D2	İletişim Kolaylığı	Son 3 ay dikkate alınarak (0-100 arasında puanlama)
D3	Şikayetlere Karşı Tutum	0-100 arasında puanlama
E	**Firma Ana Kriteri**	
E1	Finansal Yapı	0-100 arasında puanlama
E2	Tecrübe	Sektördeki yıl sayısı
E3	Referanslar	Çalıştıkları firmaların sayısı
E4	Coğrafi Konum	Firmanın bulunduğu ilçeye olan uzaklık (kilometre)
E5	Kapasite	Stok bulundurma 0-100 arasında puanlama
E6	Teknik Yeterlilik	0-100 arasında puanlama

4.3. Uygun Tedarikçinin Seçilmesi Probleminin Çözümü

Öncelikle, kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için karar vericilerden ikili karşılaştırma yapmaları istenmiştir. Karar vericiler "eşit önemli, daha önemli, çok daha önemli, çok fazla önemli ve kesin önemli" ölçeğini kullanarak kriterleri karşılaştırmışlardır. Uygulamada kullanılan ölçek örneği Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11: İkili Karşılaştırma Ölçeği

Yetkili	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Maliyet			x							Kalite
Maliyet								x		Teslimat
Maliyet			x							Hizmet
Maliyet				x						Firma
Kalite								x		Teslimat
Kalite							x			Hizmet
Kalite						x				Firma
Teslimat			x							Hizmet
Teslimat			x							Firma
Hizmet							x			Firma

Kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapıldıktan sonra karar vericilere ait değerlendirmeler Tablo 7'deki önem ölçeği kullanılarak bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Üç karar

vericinin verdiği cevapların bulanık sayı değerlerinin geometrik ortalaması alınarak BAHS yönteminin adımları uygulanmaya başlamıştır. Ana kriterlere ve alt kriterlere ait ağırlıklar BAHS yöntemiyle belirlenerek TOPSIS yönteminin aşamalarına geçilmiştir.

TOPSIS yönteminde öncelikle ağırlıkları belirlenen kriterlerden hangilerinin performansı ne yönde etkileyeceğine karar verilmiştir. Dört tedarikçi firma arasından firma için en uygun kablo ve led ampul sağlayan tedarikçi firmanın seçimi işlemi yapılmıştır.

4.3.1. BAHS Yöntemiyle Ana Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Aydınlatma firmasının satın alma müdürü ve üretim yöneticilerden alınan bilgiler doğrultusunda belirlenen maliyet, kalite, teslimat, hizmet ve firma ana kriterleri kapsamında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Firma yetkililerinden elde edilen ana kriterlerinin ikili karşılaştırma verileri Ek 1'de yer almaktadır. Bu karşılaştırmada kullanılan dilsel değişkenler Tablo 7'deki BAHS önem ölçeğine göre bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Ana kriter verilerinin detayları Ek 2'de gösterilmektedir. Belirlenen beş ana kriterin ikili karşılaştırmalarının geometrik ortalaması alınarak Tablo 12'deki bulanık değerlendirme matrisi elde edilmiştir. Maliyet kriteri için (M), kalite kriteri için (K), teslimat kriteri için (T), hizmet kriteri için (H) ve firma kriteri için (F), ilgili kriterleri temsil eden kısaltmalardır.

Tablo 12: Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Ana Kriterler	Maliyet (M)			Kalite (K)			Teslimat (T)			Hizmet (H)			Firma (F)		
M	(1	1	1)	(0,843	1	1,186)	(0,379	0,481	0,621)	(0,737	1	1,357)	(0,424	0,550	0,737)
K	(0,843	1	1,186)	(1	1	1)	(0,894	1	1,119)	(1	1,145	1,326)	(0,763	1	1,31)
T	(1,609	2,080	2,639)	(0,894	1	1,119)	(1	1	1)	(1,145	1,587	2,109)	(1,145	1,587	2,109)
H	(0,737	1	1,357)	(0,754	0,874	1)	(0,474	0,630	0,874)	(1	1	1)	(0,621	0,794	1,036)
F	(1,357	1,817	2,359)	(0,763	1	1,310)	(0,474	0,630	0,874)	(0,965	1,260	1,609)	(1	1	1)

Ana kriterlerin sentez değerlerinin hesaplanabilmesi için öncelikle her bir kriterin üçgensel bulanık sayı değerlerinin elde edilmesi gerekmektedir. Her bir kriter için belirlenen üçgensel sayı değerleri arasında l< m< u ilişkisi bulunmakta olup en düşük olasılığı (l), kesin değeri (m) ve en yüksek olasılığı (u) değeri ifade etmektedir.

Maliyet ana kriterine göre; l, m ve u değerlerinin hesaplanışı şöyledir.

$l_M = 1 + 0{,}843 + 0{,}379 + 0{,}737 + 0{,}424 = 3{,}383$

$m_M = 1 + 1 + 0{,}481 + 1 + 0{,}550 = 4{,}031$

$u_M = 1 + 1{,}186 + 0{,}621 + 1{,}357 + 0{,}737 = 4{,}901$

Diğer ana kriterlerin hesaplamaları da aynı yöntemle yapılarak işlemler sonucunda çıkan değerler Tablo 13'de gösterilmektedir.

Tablo 13: Ana Kriterlerin Bulanık Sayı Değerleri

	M	**K**	**T**	**H**	**F**
l	3,383	4,500	5,792	3,586	4,560
m	4,031	5,145	7,255	4,297	5,707
u	4,901	5,941	8,975	5,267	7,152

Bulanık sayıların genel toplamının hesaplanması aşamasında tüm ana kriterlerin üçgensel bulanık sayı değerleri toplamı alınmaktadır.

$l = l_M + l_K + l_T + l_H + l_F = 3{,}383 + 4{,}500 + 5{,}792 + 3{,}586 + 4{,}560 = 21{,}882$

$m = m_M + m_K + m_T + m_H + m_F = 4{,}031 + 5{,}145 + 7{,}255 + 4{,}297 + 5{,}707 = 26{,}435$

$u = u_M + u_K + u_T + u_H + u_F = 4{,}901 + 5{,}941 + 8{,}975 + 5{,}267 + 7{,}152 = 32{,}235$

Genel toplamın tersinin hesaplanmasında eşitlik (24)'den yararlanarak ($\frac{1}{u}$, $\frac{1}{m}$, $\frac{1}{l}$) işlemi yapılmaktadır. Buna göre, ($\frac{1}{32{,}235}$, $\frac{1}{26{,}435}$, $\frac{1}{21{,}882}$) hesabı yapılarak elde edilen sonuçla (0,031 ; 0,038 ; 0,046) değerindeki vektör bulunmuştur. Ana kriterlere ait üçgensel sayı değerleriyle elde edilen vektör değerleri çarpılarak sentez değerleri bulunmaktadır.

$S_M = (3{,}383 ; 4{,}031 ; 4{,}901) \otimes (0{,}031 ; 0{,}038 ; 0{,}046) = (0{,}105 ; 0{,}152 ; 0{,}225)$

$S_K = (4{,}500 ; 5{,}145 ; 5{,}941) \otimes (0{,}031 ; 0{,}038 ; 0{,}046) = (0{,}140 ; 0{,}195 ; 0{,}272)$

$S_T = (5{,}792 ; 7{,}255 ; 8{,}975) \otimes (0{,}031 ; 0{,}038 ; 0{,}046) = (0{,}180 ; 0{,}274 ; 0{,}411)$

$S_H = (3{,}586 ; 4{,}297 ; 5{,}267) \otimes (0{,}031 ; 0{,}038 ; 0{,}046) = (0{,}111 ; 0{,}163 ; 0{,}241)$

$S_F = (4{,}560 ; 5{,}707 ; 7{,}152) \otimes (0{,}031 ; 0{,}038 ; 0{,}046) = (0{,}141 ; 0{,}216 ; 0{,}328)$

Eşitlik (25) ve (26) kullanılarak hesaplaması yapılan; maliyet, kalite, teslimat, hizmet ve firma ana kriterlerinin birbirleriyle ikili karşılaştırma sonuçlarına göre belirlenen sentetik mertebe değeri için olabilirlik dereceleri aşağıda ifade edilmiştir.

$V(S_M \geq S_K) = 0{,}669$ $V(S_K \geq S_M) = 1$ $V(S_T \geq S_M) = 1$
$V(S_M \geq S_T) = 0{,}269$ $V(S_K \geq S_T) = 0{,}537$ $V(S_T \geq S_K) = 1$
$V(S_M \geq S_H) = 0{,}918$ $V(S_K \geq S_H) = 1$ $V(S_T \geq S_H) = 1$
$V(S_M \geq S_F) = 0{,}567$ $V(S_K \geq S_F) = 0{,}860$ $V(S_T \geq S_F) = 1$

$V(S_H \geq S_M) = 1$ $V(S_F \geq S_M) = 1$
$V(S_H \geq S_K) = 0{,}760$ $V(S_F \geq S_K) = 1$
$V(S_H \geq S_T) = 0{,}355$ $V(S_F \geq S_T) = 0{,}717$
$V(S_H \geq S_F) = 0{,}652$ $V(S_F \geq S_H) = 1$

Ana kriterlerin ağırlık vektörünün oluşturulmasında eşitlik (27) kullanılmıştır. Maliyet kriteri için, $V(S_M \geq S_K)$; $V(S_M \geq S_T)$; $V(S_M \geq S_H)$; $V(S_M \geq S_F)$ ile elde edilen olasılık değerlerinin minimumu bulanık sayının olasılıksal ağırlığını vermektedir. Aynı değerlendirmeler tüm ana kriterlere de yapılarak W' ağırlık vektörü oluşturulmaktadır.

$d'(M) = \min(0{,}669 ; 0{,}269 ; 0{,}918 ; 0{,}567) = 0{,}269$
$d'(K) = \min(1 ; 0{,}537 ; 1 ; 0{,}860) = 0{,}537$
$d'(T) = \min(1 ; 1 ; 1 ; 1) = 1$
$d'(H) = \min(1 ; 0{,}760 ; 0{,}355 ; 0{,}652) = 0{,}355$
$d'(F) = \min(1 ; 1 ; 0{,}717 ; 1) = 0{,}717$

Elde edilen ağırlık vektörü; $W' = (0{,}269 ; 0{,}537 ; 1 ; 0{,}355 ; 0{,}717)^T$ olarak gösterilmektedir. Bulunan W' ağırlık vektör değeri; $d'(M)$, $d'(K)$, $d'(T)$, $d'(H)$, $d'(F)$ değerleri toplamına bölünerek ana kriterlere ait normalize matris bulunmaktadır. Normalize matrisle elde edilen olasılık değerlerinin toplamı 1'e eşit çıkmak zorundadır. Bu işlemin sonucunda ana kriterlere ait kesin ağırlık değerlerini gösteren W matrisi elde edilmektedir. Bulanıklık içermeyen ana kriter değerlerinin ağırlıklarının yer aldığı W ağırlık vektörü $W = (0{,}094 ; 0{,}184 ; 0{,}347 ; 0{,}123 ; 0{,}249)$ olarak ifade edilmekte olup Tablo 14'de gösterilmektedir.

Tablo 14: Ana Kriterlerin Ağırlık Değerleri

Ana Kriterler	Maliyet	Kalite	Teslimat	Hizmet	Firma
Ağırlıklar	0,094	0,187	0,347	0,123	0,249

Ana kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra hiyerarşik yapının bir alt kademesindeki kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.2. BAHS Yöntemiyle Alt Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Ana kriterlere uygulanan BAHS yönteminin işlem aşamaları bu bölümde alt kriterlere de uygulanmıştır. Karar vericiler tarafından doldurulan alt kriterlere ilişkin ikili karşılaştırmalara Ek bölümünde yer verilmiştir.

Maliyet ana kriterinin alt kriterlerini oluşturan kriterlere ait bilgiler Ek 3 ve Ek 4'de yer almaktadır. Ürünün fiyatı (ÜF), indirim oranı (İO) ve ödeme kolaylığı (ÖK) alt kriterleri karar vericilerin verdiği bilgiler doğrultusunda birbirleriyle karşılaştırılarak her bir kriterin ağırlığı belirlenmektedir. İkili karşılaştırmalarla bulanık önem ölçeğine göre oluşturulan geometrik ortalama matrisi Tablo 15'de gösterilmektedir.

Tablo 15: Maliyet Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Maliyetin Alt Kriterleri	Ürünün Fiyatı (ÜF)			İndirim Oranı (İO)			Ödeme Kolaylığı (ÖK)		
ÜF	(1	1	1)	(1,357	1,651	2,014)	(0,874	1,260	1,778)
İO	(0,497	0,606	0,737)	(1	1	1)	(0,874	1	1,145)
ÖK	(0,562	0,794	1,145)	(0,874	1	1,145)	(1	1	1)

Tablo 15'den yararlanarak oluşturulan kriterlerin bulanık sayı değerleri Tablo 16'da gösterilmektedir. Ürün fiyatı kriteri için bulanık sayı değerlerinin hesaplanması aşamasındaki işlemler aşağıda gösterilmektedir. İndirim oranı ve ödeme kolaylığı kriterleri için de aynı adımlar uygulanmıştır.

$l_{ÜF} = 1 + 1,357 + 0,874 = 3,231$

$m_{ÜF} = 1 + 1,651 + 1,260 = 3,911$

$u_{ÜF} = 1 + 2,014 + 1,778 = 4,792$

Tablo 16: Maliyet Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri

	ÜF	İO	ÖK
l	3,231	2,370	2,436
m	3,911	2,606	2,794
u	4,792	2,882	3,289

l, m ve u parametreleri yardımıyla elde edilen maliyet alt kriterlerine ait genel toplamı (8,037 ; 9,310 ; 10,963) olarak bulunmuştur. Genel toplamın tersi alınarak ($\frac{1}{10,963}$, $\frac{1}{9,310}$, $\frac{1}{8,037}$) vektör değeri (0,091 ; 0,107 ; 0,124) olarak hesaplamıştır. Buna göre oluşturulan sentez değerlerinin hesabı her kritere ilişkin şöyledir.

$S_{ÜF}$ = (3,231 ; 3,911 ; 4,792)$\otimes$ (0,091 ; 0,107 ; 0,124) = (0,295 ; 0,420 ; 0,596)
$S_{İO}$ = (2,370 ; 2,606 ; 2,882) $\otimes$ (0,091 ; 0,107 ; 0,124) = (0,216 ; 0,280 ; 0,359)
$S_{ÖK}$ = (2,436 ; 2,794 ; 3,289) $\otimes$ (0,091 ; 0,107 ; 0,124) = (0,222 ; 0,300 ; 0,409)

Sentez değerleri elde edildikten sonra alt kriterlerin birbirleriyle ikili karşılaştırmalarına bakılmaktadır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen sentetik mertebe olabilirlik dereceleri aşağıda verilmiştir.

V ($S_{ÜF} \geq S_{İO}$) = 1 V ($S_{İO} \geq S_{ÜF}$) = 0,313 V ($S_{ÖK} \geq S_{ÜF}$) = 0,489
V ($S_{ÜF} \geq S_{ÖK}$) = 1 V ($S_{İO} \geq S_{ÖK}$) = 0,871 V ($S_{ÖK} \geq S_{İO}$) = 1

Kriterlerin minimum değerinin alınmasıyla W′ ağırlık vektörü $W' = (1 ; 0,313 ; 0,489)^T$ olarak hesaplanmıştır. Ağırlık vektörünün normalize edilmesiyle yeni ağırlık vektörü W= (0,555 ; 0,174 ; 0,271) olarak Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17: Maliyet Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri

Maliyetin Alt Kriterleri	**Ürünün Fiyatı**	**İndirim Oranı**	**Ödeme Kolaylığı**
Ağırlıklar	0,555	0,174	0,271

Kalitenin değerlendirilmesinde ürünün kalitesi (ÜK), paketleme kalitesi (PK) ve kalite sistemi (KS) dikkate alınan alt kriterlerdendir. Kriterlerin birbirleriyle ikili karşılaştırılmaları Ek 5'de yer almaktadır. Karar vericilerden kalite kriteriyle ilgili elde edilen bilgiler Ek 6'da bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Alt kriterlerin ikili

karşılaştırılmalarıyla elde edilen geometrik ortalama değerleri Tablo 18'de gösterilmektedir.

Tablo 18: Kalite Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kalite Alt Kriterleri	Ürünün Kalitesi (ÜK)			Paketleme Kalitesi (PK)			Kalite Sistemi (KS)		
ÜK	(1	1	1)	(1,5	2	2,5)	(0,667	1	1,5)
PK	(0,4	0,5	0,667)	(1	1	1)	(0,644	0,794	1)
KS	(0,644	0,794	1)	(1	1,260	1,554)	(1	1	1)

İkili karşılaştırmalar yapılarak kalite kriterinin alt kriterleri için elde edilen bulanık sayı değerleri Tablo 19'de gösterilmektedir.

Tablo 19: Kalite Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri

	ÜK	PK	KS
l	3,167	2,044	2,664
m	4	2,294	3,054
u	5	2,667	3,554

Parametrelerin bulanık sayı değerlerinin genel toplamı (7,857 ; 9,347 ; 11,220) olarak hesaplanmıştır. Alt kriterlere ait vektör değeri ($\frac{1}{11,220}$, $\frac{1}{9,347}$, $\frac{1}{7,857}$) işleminin yapılmasıyla (0,089 ; 0,107 ; 0,127) elde edilmiştir. Alt kriterler ile vektörün çarpılmasıyla hesaplanan kriterlerin sentez değeri aşağıdaki gibidir.

$S_{ÜK}$ = (3,167 ; 4 ; 5) $\otimes$ (0,089 ; 0,107 ; 0,127) = (0,282 ; 0,428 ; 0,637)
S_{PK} = (2,044 ; 2,294 ; 2,667) $\otimes$ (0,089 ; 0,107 ; 0,127) = (0,182 ; 0,245 ; 0,340)
S_{KS} = (2,664 ; 3,054 ; 3,554) $\otimes$ (0,089 ; 0,107 ; 0,127) = (0,236 ; 0,327 ; 0,452)

Ürünün kalitesi, paketleme kalitesi ve kalite sistemlerine ait sentez değerlerinin birbirleriyle ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen olma olasılığı değerleri verilmektedir.

$V(S_{ÜK} \geq S_{PK}) = 1$ $V(S_{PK} \geq S_{ÜK}) = 0,239$ $V(S_{KS} \geq S_{ÜK}) = 0,627$
$V(S_{ÜK} \geq S_{KS}) = 1$ $V(S_{PK} \geq S_{KS}) = 0,561$ $V(S_{KS} \geq S_{PK}) = 1$

Olabilirlik değerinin minimumunun alınmasıyla elde edilen alt kriterlere ait W′ ağırlık vektörü W′ = (1 ; 0,239 ; 0,627)^{T} olarak hesaplanmıştır. Normalize işleminin ardından ağırlık vektör değeri W= (0,536 ; 0,128 ; 0,336) bulunarak Tablo 20'de gösterilmektedir.

Tablo 20: Kalite Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri

Kalitenin Alt Kriterleri	**Ürünün Kalitesi**	**Paketleme Kalitesi**	**Kalite Sistemi**
Ağırlıklar	0,536	0,128	0,336

Teslimat kriterinin hesaplanması aşamasında zamanında teslim (ZT), doğru miktarda teslim (DMT) ve teslimat esnekliği (TE) kriterleri ikili olarak karşılaştırılmıştır. Teslimat kriterinin alt kriterleri hakkındaki veriler Ek 7 ve Ek 8'de yer almaktadır. İkili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalama değerleri Tablo 21'de gösterilmektedir.

Tablo 21: Teslimat Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Teslimat Alt Kriterleri	**Zamanında Teslim (ZT)**			**Doğru Miktarda Teslim (DMT)**			**Teslimat Esnekliği (TE)**		
ZT	(1	1	1)	(0,644	0,794	1)	(0,874	1,260	1,778)
DMT	(1	1,260	1,554)	(1	1	1)	(0,874	1	1,145)
TE	(0,562	0,794	1,145)	(0,874	1	1,145)	(1	1	1)

Tablo 22: Teslimat Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri

	ZT	**DMT**	**TE**
l	2,517	2,874	2,436
m	3,054	3,260	2,794
u	3,778	3,698	3,289

Teslimat kriterini temsil eden alt kriterlerin üçgensel bulanık sayı değerleri Tablo 22'de gösterilmektedir. Bulanık sayı değerlerinin genel toplamı (7,827 ; 9,107 ; 10,766) olarak hesaplanmıştır. Alt kriterlere ait vektör değeri ($\frac{1}{10,766}$, $\frac{1}{9,107}$, $\frac{1}{7,827}$) işleminin yapılmasıyla (0,093 ; 0,110 ; 0,128) elde edilmiştir. Alt kriterler ile vektörün çarpılmasıyla hesaplanan kriterlerin teslimat kriterlerine ait alt kriterlerin sentez değeri aşağıdaki gibidir.

S_{ZT} = (2,517 ; 3,054 ; 3,778)$\otimes$ (0,093 ; 0,110 ; 0,128) = (0,234 ; 0,428 ; 0,637)

S_{DMT} = (2,874 ; 3,260 ; 3,698)$\otimes$ (0,093 ; 0,110 ; 0,128) = (0,267 ; 0,358 ; 0,473)

S_{TE} = (2,436 ; 2,794 ; 3,289)$\otimes$ (0,093 ; 0,110 ; 0,128) = (0,226 ; 0,307 ; 0,420)

Alt kriterlerin birbirleriyle ikili karşılaştırmaları sonucunda sentetik mertebe olabilirlik dereceleri bulunmuştur.

$V(S_{ZT} \geq S_{DMT}) = 0,905$ $V(S_{DMT} \geq S_{ZT}) = 1$ $V(S_{TE} \geq S_{ZT}) = 0,867$

$V(S_{ZT} \geq S_{TE}) = 1$ $V(S_{DMT} \geq S_{TE}) = 1$ $V(S_{TE} \geq S_{DMT}) = 0,750$

Minimum değerinin alınmasıyla elde edilen alt kriterlere ait ağırlık vektörünün gösterimi $W' = (0,905; 1 ; 0,750)^T$'dir. Ağırlık vektörünün normalize edilmesiyle yeni vektör değeri W = (0,341 ; 0,377 ; 0,282) olarak belirlenmiştir. Teslimat kriterinin alt kriterlerinin ağırlık değeri Tablo 23'de gösterilmektedir.

Tablo 23: Teslimat Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri

Teslimat Alt Kriterleri	Zamanında Teslim	Doğru Miktarda Teslim	Teslimat Esnekliği
Ağırlıklar	0,341	0,377	0,282

Hizmet kriterinin alt kriterlerini oluşturan üretim esnekliği (ÜE), iletişim kolaylığı (İK) ve şikayetlere karşı tutum (ŞKT) kriterleri birbirleriyle karşılaştırılarak her bir kriterin ağırlığı belirlenmektedir. Alt kriterlere ait bilgiler Ek 9 ve Ek 10'da yer almaktadır. İkili karşılaştırmalarla oluşturulan geometrik ortalama matrisi Tablo 24'de gösterilmektedir.

Tablo 24: Hizmet Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Hizmet Alt Kriterleri	Üretim Esnekliği (ÜE)			İletişim Kolaylığı (İK)			Şikayetlere Karşı Tutum (ŞKT)		
ÜE	(1	1	1)	(0,737	1	1,357)	(0,874	1	1,145)
İK	(0,737	1	1,357)	(1	1	1)	(1	1,260	1,554)
ŞKT	(0,874	1	1,145)	(0,644	0,794	1)	(1	1	1)

Tablo 24'den yararlanarak oluşturulan alt kriterlerin bulanık sayı değerleri Tablo 25'de gösterilmektedir.

Tablo 25: Hizmet Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri

	ÜE	İK	ŞKT
l	2,610	2,737	2,517
m	3	3,260	2,794
u	3,502	3,911	3,145

Bulanık sayıların maliyet alt kriterlerine ait genel toplamı (7,864 ; 9,054 ; 10,557) olarak hesaplamıştır. Hizmetin alt kriterlerine ait vektör değeri ($\frac{1}{10,557}$, $\frac{1}{9,054}$, $\frac{1}{7,864}$) işleminin yapılmasıyla vektör değeri (0,095 ; 0,110 ; 0,127) olarak elde edilmiştir. Buna göre oluşturulan sentez değerlerinin hesaplanması gösterilmiştir.

$S_{ÜE}$ = (2,610 ; 3 ; 3,502)$\otimes$ (0,095 ; 0,110 ; 0,127) = (0,247 ; 0,331 ; 0,445)
$S_{İK}$ = (2,737 ; 3,260 ; 3,911)$\otimes$(0,095 ; 0,110 ; 0,127) = (0,259 ; 0,360 ; 0,497)
$S_{ŞKT}$ = (2,517 ; 2,794 ; 3,145)$\otimes$(0,095 ; 0,110 ; 0,127) = (0,238 ; 0,309 ; 0,400)

Hizmet kriterine ait alt kriterlerin birbirleriyle ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen olabilirlik dereceleri şöyledir.

V ($S_{ÜE} \geq S_{İK}$) = 0,866 V ($S_{İK} \geq S_{ÜE}$) = 1 V ($S_{ŞKT} \geq S_{ÜE}$) = 0,870
V ($S_{ÜE} \geq S_{ŞKT}$) = 1 V ($S_{İK} \geq S_{ŞKT}$) = 1 V ($S_{ŞKT} \geq S_{İK}$) = 0,732

W' ağırlık vektörü kriterlerin minimum değerinin alınmasıyla elde edilmiş olup W' = $(0,866 ; 1 ; 0,732)^T$ olarak gösterilmektedir. Ağırlık vektörünün normalize edilmesiyle yeni vektör W = (0,333 ; 0,385 ; 0,282) olarak belirlenmiştir. Kriterin ağırlık değerleri Tablo 26'de gösterilmektedir.

Tablo 26: Hizmet Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri

Hizmetin Alt Kriterleri	Üretim Esnekliği	İletişim Kolaylığı	Şikayetlere Karşı Tutum
Ağırlıklar	0,333	0,385	0,282

Firma kriterinin alt kriterlerini oluşturan; finansal yapı (FY), tecrübe (TC), referanslar (R), coğrafi konum (CK), kapasite (KA) ve teknik yeterlilik (YT) olmak üzere altı adet kriter bulunmaktadır. İlgili kriterlere ait bilgiler Ek 11 ve Ek 12'de yer almaktadır. Kriterler birbirleriyle ikili karşılaştırılarak her bir kriterin ağırlığı belirlenmektedir.

Bulanık önem ölçeğine göre oluşturulan geometrik ortalama matrisi Tablo 27'de gösterilmektedir.

Tablo 27: Firma Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırma Matrisi

Firma	Finansal Yapı	Tecrübe	Referanslar	Coğrafı Konum	Kapasite	Teknik Yeterlilik
FY	(1 1 1)	(0,874 1,260 1,651)	(0,737 1,260 1,357)	(0,562 0,794 1,145)	(0,763 1 1,310)	(0,562 0,794 1,145)
TC	(0,606 0,794 1,145)	(1 1 1)	(1,357 1,817 2,359)	(0,667 1 1,5)	(0,644 0,794 1)	(0,737 0,794 0,874)
R	(0,737 0,794 1,357)	(0,424 0,550 0,737)	(1 1 1)	(0,562 0,794 1,145)	(0,503 0,693 0,965)	(0,543 0,630 0,763)
CK	(0,874 1,260 1,778)	(0,667 1 1,5)	(0,874 1,260 1,778)	(1 1 1)	(1 1,260 1,554)	(0,621 0,794 1,036)
KA	(0,763 1 1,310)	(1 1,260 1,554)	(1,036 1,442 1,990)	(0,644 0,794 1)	(1 1 1)	(0,562 0,794 1,145)
TY	(0,874 1,260 1,778)	(1,145 1,260 1,357)	(1,310 1,587 1,842)	(0,965 1,260 1,609)	(0,874 1,260 1,778)	(1 1 1)

Tablo 27'den yararlanarak oluşturulan alt kriterlerin bulanık sayı değerleri Tablo 28'de gösterilmektedir.

Tablo 28: Firma Alt Kriterlerinin Bulanık Sayı Değerleri

	FY	**TC**	**R**	**CK**	**KA**	**TY**
l	4,498	5,010	3,769	5,035	5,005	6,168
m	6,107	6,198	4,461	6,573	6,290	7,627
u	7,608	7,877	5,967	8,646	7,998	9,365

Bulanık sayıların genel toplamı l, m ve u parametreleri yardımıyla (29,485 ; 37,257 ; 47,462) olarak elde edilmekte olup ($\frac{1}{47,462}$, $\frac{1}{37,257}$, $\frac{1}{29,485}$) işleminin yapılmasıyla firma alt kriterlerine ait vektör değeri (0,021 ; 0,027 ; 0,034) olarak hesaplamıştır. Buna göre oluşturulan sentez değerlerinin hesaplanması gösterilmiştir.

S_{FY} = (4,498 ; 6,107 ; 7,608) $\otimes$ (0,021 ; 0,027 ; 0,034) = (0,095 ; 0,164 ; 0,258)

S_{TC} = (5,010 ; 6,198 ; 7,877) $\otimes$ (0,021 ; 0,027 ; 0,034) = (0,106 ; 0,166 ; 0,267)

S_{R} = (3,769 ; 4,461 ; 5,967) $\otimes$ (0,021 ; 0,027 ; 0,034) = (0,079 ; 0,120 ; 0,202)

S_{CK} = (5,035 ; 6,573 ; 8,646) $\otimes$ (0,021 ; 0,027 ; 0,034) = (0,106 ; 0,176 ; 0,293)

S_{KA} = (5,005 ; 6,290 ; 7,998) $\otimes$ (0,021 ; 0,027 ; 0,034) = (0,105 ; 0,169 ; 0,271)

S_{TY} = (6,168 ; 7,627 ; 9,365) $\otimes$ (0,021 ; 0,027 ; 0,034) = (0,130 ; 0,205 ; 0,318)

Finansal yapı, tecrübe, referanslar, coğrafi konum, kapasite ve teknik yeterlilik kriterlerinin birbirleriyle ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen olabilirlik dereceleri şöyle hesaplanmıştır.

$V(S_{FY} \geq S_{TC}) = 0{,}984$ $V(S_{TC} \geq S_{FY}) = 1$ $V(S_R \geq S_{FY}) = 0{,}709$

$V(S_{FY} \geq S_R) = 1$ $V(S_{TC} \geq S_R) = 1$ $V(S_R \geq S_{TC}) = 0{,}675$

$V(S_{FY} \geq S_{CK}) = 0{,}924$ $V(S_{TC} \geq S_{CK}) = 0{,}941$ $V(S_R \geq S_{CK}) = 0{,}629$

$V(S_{FY} \geq S_{KA}) = 0{,}969$ $V(S_{TC} \geq S_{KA}) = 0{,}985$ $V(S_R \geq S_{KA}) = 0{,}664$

$V(S_{FY} \geq S_{TY}) = 0{,}758$ $V(S_{TC} \geq S_{TY}) = 0{,}782$ $V(S_R \geq S_{TY}) = 0{,}460$

$V(S_{CK} \geq S_{FY}) = 1$ $V(S_{KA} \geq S_{FY}) = 1$ $V(S_{TY} \geq S_{FY}) = 1$

$V(S_{CK} \geq S_{TC}) = 1$ $V(S_{KA} \geq S_{TC}) = 1$ $V(S_{TY} \geq S_{TC}) = 1$

$V(S_{CK} \geq S_R) = 1$ $V(S_{KA} \geq S_R) = 1$ $V(S_{TY} \geq S_R) = 1$

$V(S_{CK} \geq S_{KA}) = 1$ $V(S_{KA} \geq S_{CK}) = 0{,}956$ $V(S_{TY} \geq S_{CK}) = 1$

$V(S_{CK} \geq S_{TY}) = 0{,}852$ $V(S_{KA} \geq S_{TY}) = 0{,}797$ $V(S_{TY} \geq S_{KA}) = 1$

Kriterlerin minimum değerinin alınmasıyla W' ağırlık vektörü $W' = (0{,}758 ; 0{,}782 ; 0{,}460 ; 0{,}852 ; 0{,}797 ; 1)^T$ olarak belirlenmiştir. Ağırlık vektörünün normalize edilmesiyle elde edilen yeni ağırlık vektörü W = (0,163 ; 0,168 ; 0,099 ; 0,183 ; 0,171 ; 0,215) olarak belirlenmiştir. Tablo 29'da firma kriterinin altında yer alan kriterlerin ağırlıkları gösterilmiştir.

Tablo 29: Firma Alt Kriterlerinin Ağırlık Değerleri

Firmanın Alt Kriterleri	Finansal Yapı	Tecrübe	Referanslar	Coğrafi Konum	Kapasite	Teknik Yeterlilik
Ağırlıklar	0,163	0,168	0,099	0,183	0,171	0,215

4.3.3. TOPSIS Yöntemiyle Uygun Tedarikçinin Seçilmesi

Tüm ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları BAHS yöntemiyle belirlendikten sonra aydınlatma firmasının en iyi tedarikçisini seçme işlemi için TOPSIS yönteminden faydalanılmıştır. TOPSIS yöntemi uygulanırken karar vericiden belirlenen dört kablo tedarikçisi ve dört led ampul tedarikçisi hakkında Tablo 10'a göre kıyaslama yapması istenmiştir.

Analizde, ürünün fiyatının düşük ve coğrafi konumun yakın olmasının performansa etkileri ters yönlüdür. En iyi ideal çözüme ulaşabilmek için değerlendirme kriterlerinde

yer alan bu iki kriterin minimize edilmesi gerekmektedir. Tablo 30'da değerlendirme kriterlerinin amaca olan pozitif ya da negatif etkisine göre negatif kriterlerin işareti "–" ile, pozitif olan kriterlerin işareti ise "+" ile belirtilmiştir.

Tablo 30: Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Performansa Etki	Ana Kriter Ağırlıkları	Alt Kriter Ağırlıkları	Kriter Önem Derecesi
Maliyet (M)	Ürün Fiyatı (ÜF)	-	0,094	0,555	**0,052**
	İndirim Oranı (İO)	+	0,094	0,174	**0,016**
	Ödeme Kolaylığı (ÖK)	+	0,094	0,271	**0,025**
Kalite (K)	Ürünün Kalitesi (ÜK)	+	0,187	0,536	**0,100**
	Paketleme Kalitesi (PK)	+	0,187	0,128	**0,024**
	Kalite Sistemi (KS)	+	0,187	0,336	**0,063**
Teslimat (T)	Zamanında Teslim (ZT)	+	0,347	0,341	**0,118**
	Doğru Miktarda Teslim (DMT)	+	0,347	0,377	**0,131**
	Teslimat Esnekliği (TE)	+	0,347	0,282	**0,098**
Hizmet (H)	Üretim Esnekliği (ÜE)	+	0,123	0,333	**0,041**
	İletişim Kolaylığı (İK)	+	0,123	0,385	**0,048**
	Şikayetlere Karşı Tutum (ŞKT)	+	0,123	0,282	**0,035**
Firma (F)	Finansal Yapı (FY)	+	0,249	0,163	**0,041**
	Tecrübe (TC)	+	0,249	0,168	**0,042**
	Referanslar (R)	+	0,249	0,099	**0,025**
	Coğrafi Konum (CK)	-	0,249	0,183	**0,046**
	Kapasite (KA)	+	0,249	0,171	**0,043**
	Teknik Yeterlilik (TY)	+	0,249	0,215	**0,054**

Beş ana kriterin BAHS yöntemiyle elde edilen ağırlık değerleri ile hiyerarşik yapının alt kademelerinde bulunan kriterlerin ağırlık değerleri çarpılarak on sekiz kriterin göreceli ağırlık değerleri Tablo 30'da tespit edilmiştir. Buna göre; maliyet kriterinin beş ana kriter içerisindeki ağırlığı 0,094 olarak tespit edilmiştir. Hiyerarşik yapıya göre maliyet ana kriterinin altında yer alan üç kriterden ürün fiyatının ağırlığı 0,555 olarak bulunmuştur. Birbiriyle ilişkili ana kriterin ve alt kriterin ağırlığı çarpılarak ürün fiyatı kriterinin toplam kriterler içindeki ağırlığı 0,052 olarak belirlenmiştir. Tüm ağırlıklar karşılaştırıldığında tedarikçi firmaların sipariş edilen ürünü doğru miktarda ve zamanında teslim etmesi en önemli kriterler olarak belirlenmiştir.

Aydınlatma firmasına kablo tedariği sağlayan firmaların, satın alma müdürü tarafından değerlendirilmesine ilişkin bilgiler Tablo 31'de yer almaktadır. Araştırma kapsamında değerlendirilen alternatif tedarikçiler haksız rekabete neden olamamak amacıyla T1, T2 , T3 ve T4 olarak belirtilmektedir. Kablo ve led ampul tedarikçilerinden T1 tedarikçisi Karaköy'de, T2 tedarikçisi Hadımköy'de, T3 tedarikçisi Esenyurt'da, T4 tedarikçisi Dudullu'da konumlanmaktadır. Firmaların coğrafi konumları belirtilirken kullanılan sayı değerleri, tedarikçilerin aydınlatma firmasına olan uzaklıklarının kilometre cinsinden gösterimidir.

Tablo 31: Kriterlere Göre Kablo Tedarikçilerinin Puanları

Ana Kriterler	Seçim Kriterleri	Ağırlıklar	Alternatif Tedarikçiler			
			T1	T2	T3	T4
Maliyet (M)	Ürün Fiyatı (ÜF)	0,052	1,55	0,59	2,1	1,9
	İndirim Oranı (İO)	0,016	40	40	40	50
	Ödeme Kolaylığı (ÖK)	0,025	100	50	10	10
Kalite (K)	Ürünün Kalitesi (ÜK)	0,100	2	2	2	2
	Paketleme Kalitesi (PK)	0,024	95	70	95	60
	Kalite Sistemi (KS)	0,063	1	1	1	1
Teslimat (T)	Zamanında Teslim (ZT)	0,118	100	75	75	50
	Doğru Miktarda Teslim (DMT)	0,131	100	100	100	100
	Teslimat Esnekliği (TE)	0,098	100	50	100	30
Hizmet (H)	Üretim Esnekliği (ÜE)	0,041	1	1	1	1
	İletişim Kolaylığı (İK)	0,048	90	90	90	90
	Şikayetlere Karşı Tutum (ŞKT)	0,035	100	100	100	70
Firma (F)	Finansal Yapı (FY)	0,041	70	50	70	100
	Tecrübe (T)	0,042	30	34	30	80
	Referanslar (R)	0,025	100	50	100	50
	Coğrafi Konum (CK)	0,046	46	5	16	68
	Kapasite (K)	0,043	100	80	70	70
	Teknik Yeterlilik (TY)	0,054	75	70	100	80

TOPSIS yöntemiyle tedarikçi seçimi yapmak için öncelikle kablo tedarikçisi firmaların kriterlere verilen puanlara göre A_{ij} karar matrisine dönüştürülmesi gerekmektedir. Karar matrisi Tablo 32'deki gibidir.

Tablo 32: Kablo Tedarikçileri Karar Matrisi (A_{ij})

Kablo	ÜF	İO	ÖK	ÜK	PK	KS	ZT	DMT	TE	ÜE	İK	ŞKT	FY	T	R	CK	K	TY
T1	1,55	40	100	2	95	1	100	100	100	1	90	100	70	30	100	46	100	75
T2	0,59	40	50	2	70	1	75	100	50	1	90	100	50	34	50	5	80	70
T3	2,1	40	10	2	95	1	75	100	100	1	90	100	70	30	100	16	70	100
T4	1,9	50	10	2	60	1	50	100	30	1	90	70	100	80	50	68	70	80

Karar matrisinin eşitlik (31)'e göre normalize edildiği R_{ij} karar matrisi Tablo 33'de gösterilmektedir.

Tablo 33: Kablo Tedarikçileri Normalize Karar Matrisi (R_{ij})

0,472	12,188	30,471	0,609	28,947	0,305	30,471	30,471	30,471	0,305	27,423	30,471	21,329	9,141	30,471	14,016	30,471	22,853
0,180	12,188	15,235	0,609	21,329	0,305	22,853	30,471	15,235	0,305	27,423	30,471	15,235	10,360	15,235	1,524	24,376	21,329
0,640	12,188	3,047	0,609	28,947	0,305	22,853	30,471	30,471	0,305	27,423	30,471	21,329	9,141	30,471	4,875	21,329	30,471
0,579	15,235	3,047	0,609	18,282	0,305	15,235	30,471	9,141	0,305	27,423	21,329	30,471	24,376	15,235	20,720	21,329	24,376

Kriterlerin ağırlık değerleriyle o değerlere karşılık gelen normalize karar matrisinin çarpılmasıyla ağırlıklandırılmış standart karar matrisi V_{ij} elde edilmektedir. Ağırlıklı standart karar matrisinin ilk hücresinin hesaplanması için, normalize karar matrisinin ilk değeri 0,47 ile ürün fiyatı değerlendirme ölçütünün ağırlığı 0,052 çarpılır. Bu işlemler sonucunda Tablo 34'daki ağırlıklı karar matrisi değerleri bulunmuştur.

Tablo 34: Kablo Tedarikçileri Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V_{ij})

0,025	0,198	0,773	0,061	0,691	0,019	3,610	3,988	2,990	0,013	1,303	1,060	0,866	0,383	0,751	0,640	1,301	1,224
0,009	0,198	0,386	0,061	0,510	0,019	2,707	3,988	1,495	0,013	1,303	1,060	0,619	0,434	0,375	0,070	1,041	1,142
0,033	0,198	0,077	0,061	0,691	0,019	2,707	3,988	2,990	0,013	1,303	1,060	0,866	0,383	0,751	0,223	0,911	1,632
0,030	0,247	0,077	0,061	0,437	0,019	1,805	3,988	0,897	0,013	1,303	0,742	1,238	1,020	0,375	0,946	0,911	1,305

Ağırlıklı karar matrisinin oluşturulmasının ardından pozitif ideal çözüm seti ve negatif ideal çözüm setlerinin hesaplanması gerekmektedir. Eşitlik (35) ve eşitlik (36)'da belirtildiği gibi değerlendirme kriterlerinin performansa olan etkisine göre minimum ya da maksimumu alınmaktadır. Tablo 30'da kriterlerin etkileri "+" ve "–" ile belirtilmiştir. Pozitif ideal setin $A^* = \{(\max_i V_{ij} | j \in J), (\min_i V_{ij} | j \in J')\}$ hesaplanması için ürün fiyatının ve coğrafi konumun minimum, diğer kriterlerin maksimum olması gerekmektedir. Buna göre, A^*= {$\min_{ÜF}$, $\max_{İO}$, $\max_{ÖK}$, $\max_{ÜK}$, $\max_{PK}$, $\max_{KS}$, $\max_{ZT}$, $\max_{DMT}$, $\max_{TE}$, $\max_{ÜE}$, $\max_{İK}$, $\max_{ŞKT}$, $\max_{FY}$, $\max_{T}$, $\max_{R}$, $\min_{CK}$, $\max_{K}$, $\max_{TY}$} olarak

belirlenmiştir. A^*matrisi, A^* = {0,009; 0,247; 0,773; 0,061; 0,691; 0,019; 3,610; 3,988; 2,990; 0,013; 1,303; 1,060; 1,238; 1,020; 0,751; 0,070; 1,301; 1,632} olarak ifade edilmektedir.

TOPSIS yönteminde alternatiflere olan uzaklıkları belirlemek için pozitif ideal çözüme olan uzaklığın ölçümünde eşitlik (37)'deki S_i^* hesabının yapılması gerekmektedir. Kablo tedarikçilerin S_i^* değerleri Tablo 35'deki gibidir.

Tablo 35: Kablo Tedarikçilerinin Pozitif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i*)

Tedarikçiler	S_i*
T1	1,088
T2	4,614
T3	2,232
T4	9,603

Negatif ideal setin $A^- = \{(\min_i V_{ij} | j \in J), (\max_i V_{ij} | j \in J')\}$ hesaplanması aşamasında ürün fiyatının ve coğrafi konum maksimum iken diğer kriterlerin minimum değerleri dikkate alınmalıdır. A^-= { $\max_{ÜF}$, $\min_{İO}$, $\min_{ÖK}$, $\min_{ÜK}$, $\min_{PK}$, $\min_{KS}$, $\min_{ZT}$, $\min_{DMT}$, $\min_{TE}$, $\min_{ÜE}$, $\min_{İK}$, $\min_{ŞKT}$, $\min_{FY}$, $\min_{T}$, $\min_{R}$, $\max_{CK}$, $\min_{K}$, $\min_{TY}$} olarak belirlenmiştir. Buna göre A^-matrisi, A^- = {0,033; 0,198; 0,077; 0,061; 0,437; 0,019; 0,805; 3,988; 0,897; 0,013; 1,303; 0,742; 0,619; 0,383; 0,375; 0,946; 0,911; 0,142} olarak hesaplanmıştır.

TOPSIS yönteminde alternatiflere olan uzaklıkları belirlemek için negatif ideal çözüme olan uzaklığın ölçümünde eşitlik (38)'deki S_i^- hesabının yapılması gerekmektedir. Kablo tedarikçilerin S_i^- değerleri Tablo 36'daki gibi bulunmuştur.

Tablo 36: Kablo Tedarikçilerinin Negatif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i^-)

Tedarikçiler	S_i^-
T1	8,89
T2	2,37
T3	6,262
T4	0,866

Kablo tedarikçisi seçim sürecinin son adımında ideal çözüme göreli yakınlık derecelerinin eşitlik (39)'a göre belirlenmesi gerekmektedir. T1 tedarikçisi için yakınlık derecesinin hesabı şu şekildedir.

$$C^*_{T1} = \frac{8,89}{8,89+1,088} = 0,891$$

Diğer tedarikçiler için de aynı işlemler yapılarak sonuçlar Tablo 37'de C^*_i sütununda gösterilmiştir.

Tablo 37: Kablo Tedarikçilerinin İdeal Çözüme Yakınlık Dereceleri (C^*_i)

Tedarikçiler	S^*_i	S^-_i	C^*_i	Sıralama
T1	1,088	8,89	0,891	**1**
T2	4,614	2,37	0,339	**3**
T3	2,232	6,262	0,737	**2**
T4	9,603	0,866	0,083	**4**

Tedarikçilerin C^*_i değerleri büyüklük sırasına göre dizildiğinde kablo alımı yapılması gereken tedarikçi 0,891 oranla T1'i temsil eden tedarikçidir. T1 tedarikçisinin rakip diğer tedarikçilere göre kablo alımında ilk sırada tercih edilmesi gerekmektedir. İkinci sırada T3 tedarikçisi, üçüncü sırada T2 tedarikçisi ve son olarak da T4 tedarikçisi yer almaktadır.

Kablo tedarikçisi seçildikten sonra TOPSIS yönteminin aşamaları led ampul tedarikçisini seçmek için uygulanmıştır. Karar vericilerin led ampul için verdikleri puanlar Tablo 38'de gösterilmektedir. Tedarikçi seçimi yapmak için kriterlere göre tedarikçi firmalara verilen puanlar A_{ij} karar matrisine dönüştürülmektedir. Tablo 39, led ampul tedarikçilerinin karar matrisini göstermektedir.

Tablo 38: Kriterlere Göre Led Ampul Tedarikçilerinin Puanları

Ana Kriterler	Seçim Kriterleri	Ağırlıklar	Alternatif Tedarikçiler			
			T1	T2	T3	T4
Maliyet (M)	Ürün Fiyatı (ÜF)	0,052	6,5	7,2	7,5	7,5
	İndirim Oranı (İO)	0,016	12	8	10	7
	Ödeme Kolaylığı (ÖK)	0,025	100	75	50	25
Kalite (K)	Ürünün Kalitesi (ÜK)	0,1	1,9	1,1	1,2	0,5
	Paketleme Kalitesi (PK)	0,024	95	95	95	95
	Kalite Sistemi (KS)	0,063	1	1	1	1
Teslimat (T)	Zamanında Teslim (ZT)	0,118	75	60	100	50
	Doğru Miktarda Teslim (DMT)	0,131	75	70	80	65
	Teslimat Esnekliği (TE)	0,098	90	80	100	70
Hizmet (H)	Üretim Esnekliği (ÜE)	0,041	1	1	1	1
	İletişim Kolaylığı (İK)	0,048	90	90	90	90
	Şikayetlere Karşı Tutum (ŞKT)	0,035	90	80	90	70
Firma (F)	Finansal Yapı (FY)	0,041	70	50	70	100
	Tecrübe (T)	0,042	30	34	30	80
	Referanslar (R)	0,025	100	50	100	50
	Coğrafi Konum (CK)	0,046	46	5	16	68
	Kapasite (K)	0,043	100	80	70	70
	Teknik Yeterlilik (TY)	0,054	75	70	100	80

Tablo 39: Led Ampul Tedarikçileri Karar Matrisi (A_{ij})

Led Ampul	ÜF	İO	ÖK	ÜK	PK	KS	ZT	DMT	TE	ÜE	İK	ŞKT	FY	T	R	CK	K	TY
T1	6,5	12	100	1,9	95	1	75	75	90	1	90	90	70	30	100	46	100	75
T2	7,2	8	75	1,1	95	1	60	70	80	1	90	80	50	34	50	5	80	70
T3	7,5	10	50	1,2	95	1	100	80	100	1	90	90	70	30	100	16	70	100
T4	7,5	7	25	0,5	95	1	50	65	70	1	90	70	100	80	50	68	70	80

Karar matrisinin normalize edildiği R_{ij} karar matrisi Tablo 40'da gösterilmektedir.

Tablo 40: Led Ampul Tedarikçileri Normalize Karar Matrisi (R_{ij})

$$\begin{bmatrix}
0,452 & 0,835 & 6,957 & 0,132 & 6,610 & 0,070 & 5,218 & 5,218 & 6,262 & 0,070 & 6,262 & 6,262 & 4,870 & 2,087 & 6,957 & 3,200 & 6,957 & 5,218 \\
0,501 & 0,557 & 5,218 & 0,077 & 6,610 & 0,070 & 4,174 & 4,870 & 5,566 & 0,070 & 6,262 & 5,566 & 3,479 & 2,366 & 3,479 & 0,348 & 5,566 & 4,870 \\
0,522 & 0,696 & 3,479 & 0,083 & 6,610 & 0,070 & 6,957 & 5,566 & 6,957 & 0,070 & 6,262 & 6,262 & 4,870 & 2,087 & 6,957 & 1,113 & 4,870 & 6,957 \\
0,522 & 0,487 & 1,739 & 0,035 & 6,610 & 0,070 & 3,479 & 4,522 & 4,870 & 0,070 & 6,262 & 4,870 & 6,957 & 5,566 & 3,479 & 4,731 & 4,870 & 5,566
\end{bmatrix}$$

Normalize karar matrisinin kriterlerin ağırlık değerleriyle çarpılmasıyla ağırlıklandırılmış standart karar matrisi V_{ij} elde edilmektedir. Ağırlıklı standart karar matrisinin ilk hücre değerinin hesaplanması için, Tablo 40'deki normalize karar matrisinin ilk değeri 0,452 ile ürün fiyatı değerlendirme ölçütünün ağırlığı 0,052 çarpılır. Bu işlemler sonucunda Tablo 41'deki ağırlıklı karar matrisi değerleri bulunmaktadır.

Tablo 41: Led Ampul Tedarikçileri Ağırlıklı Standart Karar Matrisi (V_{ij})

0,023	0,014	0,176	0,013	0,158	0,004	0,618	0,683	0,615	0,003	0,297	0,218	0,198	0,087	0,171	0,146	0,297	0,279
0,026	0,009	0,132	0,008	0,158	0,004	0,495	0,637	0,546	0,003	0,297	0,194	0,141	0,099	0,086	0,016	0,238	0,261
0,027	0,011	0,088	0,008	0,158	0,004	0,824	0,729	0,683	0,003	0,297	0,218	0,198	0,087	0,171	0,051	0,208	0,373
0,027	0,008	0,044	0,003	0,158	0,004	0,412	0,592	0,478	0,003	0,297	0,169	0,283	0,233	0,086	0,216	0,208	0,298

Ağırlıklı karar matrisi oluşturulduktan sonra pozitif ideal çözüm seti ve negatif ideal çözüm setleri hesaplanmaktadır. Değerlendirme kriterlerinin performansa olan etkisine göre kriterlerin minimum ya da maksimum değerleri alınmaktadır.

Pozitif ideal setin $A^* = \{(\max_i V_{ij} | j \in J), (\min_i V_{ij} | j \in J')\}$ hesaplanması için A^*= {$\min_{ÜF}$, $\max_{İO}$, $\max_{ÖK}$, $\max_{ÜK}$, $\max_{PK}$, $\max_{KS}$, $\max_{ZT}$, $\max_{DMT}$, $\max_{TE}$, $\max_{ÜE}$, $\max_{İK}$, $\max_{ŞKT}$, $\max_{FY}$, $\max_{T}$, $\max_{R}$, $\min_{CK}$, $\max_{K}$, $\max_{TY}$} olarak belirlenmiştir. A^*matrisi, A^* = {0,023; 0,014; 0,176; 0,013; 0,158; 0,004; 0,824; 0,729; 0,683; 0,003; 0,297; 0,218; 0,238; 0,233; 0,171; 0,016; 0,297; 0,373} olarak ifade edilmektedir. Pozitif ideal çözüme olan uzaklığın ölçümünde alternatiflere olan uzaklıkları belirlemek için eşitlik (37)'deki S_i^* hesabı yapılmaktadır. Led ampul tedarikçilerinin S_i^* değerleri Tablo 42'deki gibidir.

Tablo 42: Led Ampul Tedarikçilerinin Pozitif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i*)

Tedarikçiler	S_i*
T1	0,103
T2	0,242
T3	0,126
T4	0,426

Negatif ideal setin $A^- = \{(\min_i V_{ij} | j \in J), (\max_i V_{ij} | j \in J')\}$ hesaplanması aşamasında A^-= { $\max_{ÜF}$, $\min_{İO}$, $\min_{ÖK}$, $\min_{ÜK}$, $\min_{PK}$, $\min_{KS}$, $\min_{ZT}$, $\min_{DMT}$, $\min_{TE}$, $\min_{ÜE}$, $\min_{İK}$, $\min_{ŞKT}$, $\min_{FY}$, $\min_{T}$, $\min_{R}$, $\max_{CK}$, $\min_{K}$, $\min_{TY}$} olarak belirlenmiştir. Buna göre A^-

matrisi, $A^- = \{0{,}027;\ 0{,}008;\ 0{,}044;\ 0{,}003;\ 0{,}158;\ 0{,}004;\ 0{,}412;\ 0{,}592;\ 0{,}478;\ 0{,}003;\ 0{,}297;\ 0{,}169;\ 0{,}141;\ 0{,}087;\ 0{,}086;\ 0{,}216;\ 0{,}208;\ 0{,}261\}$ olarak hesaplanmıştır.

TOPSIS yönteminde alternatiflere olan uzaklıkları belirlemek için negatif ideal çözüme olan uzaklığın ölçümünde S_i^- hesabının yapılması gerekmektedir. Tedarikçilerin S_i^- değerleri Tablo 43'deki gibi bulunmuştur.

Tablo 43: Led Ampul Tedarikçilerinin Negatif İdeal Çözüme Uzaklıkları (S_i^-)

Tedarikçiler	S_i^-
T1	0,228
T2	0,143
T3	0,327
T4	0,043

Tedarikçi seçim sürecinin son adımında ideal çözüme göreli yakınlık derecelerinin eşitlik (39)'a göre belirlenmesi gerekmektedir. T1 tedarikçisi için yakınlık derecesinin hesabı şu şekildedir.

$$C_{T1}^* = \frac{0{,}228}{0{,}103+0{,}228} = 0{,}688$$

Diğer tedarikçiler için de aynı işlemler yapılarak sonuçlar Tablo 44'deki C_i^* sütununda gösterilmiştir.

Tablo 44: Led Ampul Tedarikçilerinin İdeal Çözüme Yakınlık Dereceleri (C_i^*)

Tedarikçiler	S_i^*	S_i^-	C_i^*	Sıralama
T1	0,103	0,228	0,688	**2**
T2	0,242	0,143	0,372	**3**
T3	0,126	0,327	0,722	**1**
T4	0,426	0,043	0,091	**4**

Tedarikçilerin C_i^* değerleri büyüklük sırasına göre dizildiğinde led ampul alımı yapılması gereken tedarikçi 0,722 oranla T3'ü temsil eden tedarikçidir. Rakip tedarikçilere göre led ampul alımında ilk sırada T3 tedarikçisinin tercih edilmesi gerekmektedir. İkinci sırada T1 tedarikçisi, üçüncü sırada T2 tedarikçisi ve son olarak da T4 tedarikçisi yer almaktadır.

SONUÇ

Tedarik zinciri yönetimi, müşterilerin memnuniyetini sağlayarak işletmenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. İşletmeler ihtiyaçları olan bazı malzeme ve parçaları üretmek yerine başka firmalardan tedarik etmeyi tercih edebilirler. Bu noktada tedarikçi-müşteri ilişkileri önem kazanmaktadır. İlişkinin iyi yönetilmesi, ürünlerin ulaştırıldığı tüketici veya endüstriyel alıcının memnuniyetini pozitif yönde etkilemektedir. Tedarik zincirindeki üyelerin birbirleriyle uyum içerisinde çalışması işletmenin faaliyetlerini etkin bir şekilde sürdürmesine yardımcı olmaktadır.

İşletmelerin birlikte çalışacakları tedarikçilere karar vermesi zorlu bir süreçtir. Tedarikçi seçim problemlerinde işletmeler bir çok kriteri aynı anda değerlendirerek uygun tedarikçiyi seçmeye çalışmaktadırlar. Çok sayıda değerlendirme kriterinin aynı anda analize katılmasına imkan tanıyan ÇKKV yöntemleri uygun tedarikçinin seçilmesi aşamasında işletmelere avantaj sağlamaktadır. Birden fazla kriterin yer aldığı tedarikçi seçim problemlerinde doğru tedarikçilerle çalışmak için uygun yöntemlerinin kullanılması hem rakip işletmelere karşı üstünlüğün elde edilmesine hem de en doğru seçimin yapılmasına olanak tanımaktadır.

Tez çalışması kapsamında önerilen bütünleşik yöntem, üretim yeri İstanbul Hadımköy'de bulunan bir aydınlatma firmasında uygulanmıştır. Araştırmada, işletmeye kablo ve led ampul sağlayan uygun tedarikçilerin seçilmesi problemi ele alınmıştır. Satın alma müdürü ve üretim bölümü çalışanlarından oluşan üç kişilik karar verici ekiple yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Firmanın aynı özelliklerdeki ürünleri farklı tedarikçilerden temin ettiği görülmüştür. Karar vericilere kablo ve led ampul tedarikçilerine ilişkin sorular yöneltilerek bireysel görüşleri alınmıştır. Değerlendirme aşamasında karar vericilerin beş ana kriter ve on sekiz alt kritere göre ilgili ikili karşılaştırma yapmaları istenmiştir. Kriterlerle ilgili ikili karşılaştırmalara tezin ek bölümünde yer verilmiştir.

Araştırmanın ilk aşamasında kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için ÇKKV yöntemlerinden BAHS yöntemi kullanılmıştır. Karar vericilerden ana kriterlerle ilgili dokuzlu likert ölçeğe göre karşılaştırma yapmaları istenmiş ve ikili karşılaştırmalar sonucunda kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Maliyet, kalite, teslimat, hizmet ve firma

ana kriterleri arasında en önemli ana kriterin, teslimat olduğu sonucuna varılmıştır. Teslimat kriterini sırasıyla firma, kalite, hizmet ve maliyet kriterleri izlemektedir. On sekiz alt kriter incelendiğinde, aydınlatma firmasına ürünlerin doğru miktarda ve doğru zamanda teslim edilmesinin diğer kriterlere göre daha önemli olduğuna karar verilmiştir. Doğru miktarda ürün teslim edilmesi firmanın stok bulundurma maliyetlerini azaltmasına, tedarikçilerin ürünleri firmaya zamanında teslim etmesi ise üretimde aksaklıkların yaşanmamasını sağlamaktadır.

Kriterler ağırlıkları BAHS yöntemiyle belirlendikten sonra tedarikçilerin seçilmesi işlemi için TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Firmanın kablo ve led ampul tedarik ettiği dört tedarikçi firma belirlenmiştir. Tedarikçi firmaların isimleri haksız rekabete neden olmaması amacıyla tez çalışmasında paylaşılmamıştır. Kablo ve led ampul tedarikçisi firmalar hakkında satın alma müdüründen belirlenen kriterlerle ilgili bilgiler alınarak karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisi normalleştirilerek elde edilen değerler kriter ağırlıklarıyla çarpılmıştır. Değerlendirmedeki ürün fiyatı ve coğrafi konum kriterlerinin diğer kriterlere göre negatif yönlü olması kriterlerin maksimum ya da minimum değerlerini hesaplarken dikkate alınmıştır. Alternatif tedarikçilerin pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları ölçülerek, ideal çözüme olan göreli yakınlıklarına göre tedarikçiler sıralanmıştır. Sıralamada yüksek puana sahip T1'i temsil eden kablo tedarikçisinin, diğer tedarikçilere göre ilk sırada tercih edilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Led ampul tedariği için ise T3 tedarikçisinin diğer tedarikçilerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada önerilen yöntemin belirtilen işletmeye ve benzerlerine, tedarikçi seçiminde katkıda bulunacağı düşünülmektedir. İlerleyen zamanlarda işletmelerin tedarikçilerinden beklentilerin değişmesi nedeniyle değerlendirme kriterlerinde değişiklikler olabilir. Ayrıca, tedarikçi seçme aşamasında farklı yöntemler kullanılarak karşılaştırmalar yapılabilir. Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde, çok daha geniş çaplı anket çalışmaları yapılarak, sektörel bazda daha net görüşlere ulaşılabilir.

KAYNAKLAR

Abalı Y. A., Kutlu B. S., ve Eren T. (2012). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Bursiyer Seçimi: Bir Öğretim Kurumunda Uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26 (3-4), 259-272.

Akman, G. ve Alkan, A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yönetimi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5 (9), Bahar/1, 23-46.

Albayrak E., (2004). Using Analytic Hierarchy Process (AHP) to Improve Human Performance: An Application of Multiple Criteria Decision Making Problem. Journal of Intelligent Manufacturing 15, 491-503.

Altaş İ. H. (1999). Bulanık Mantık: Bulanıklık Kavramı. Enerji, Elektrik, Elektometre-3e. Bileşim Yayıncılık, Temmuz, İstanbul, 62, 80-85.

Armutlulu, İ. H. (2014). (Ed.) Belirsizlik ve Fazi Aritmetiği Sosyal Bilimlerin Dili. Alfa Basım Yayım, Kasım, 1. Baskı.

Aydın Ö., Öznehir S., ve Akçalı E. (2009). Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14 (2), 69-86.

Ballı S., Karasulu B., Uğur A., ve Korukoğlu S. (2009). Basketbolda Oyuncu Seçimi için Sinirsel – Bulanık Karar Destek Sistemi. İTÜ Dergisi, Şubat, 8 (1), 15-25.

Baynal, K. ve Yüzügüllü, E. (2013). Tedarik Zinciri Yönetiminde Analitik Ağ Süreci ile Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 42 (1), 77-92.

Candan, G. ve Yazgan, H. R. (2015). Tedarik Zincirinde Hammadde Seçimi Problemi: Bir Uygulama. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 3 (3), 43-52.

Cengiz A.E., Aytekin O., Ozdemir I., Kusan H., ve Cabuk A. (2017). Multi-Criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection. Procedia Engineering 196, 294-301.

Chen S.M. (1995). Evaluating Weapon Systems Using Fuzzy Arithmetic Operations. Fuzzy Set and Systems 77, 265-276.

Chen, K.L., Chen, K.S. ve Li, R.K. (2005). Suppliers Capability and Price Analysis Chart. Int. J. Production Economics 98, 315-327.

Chopra, S. ve Meindl, P. (Eds.). (2007). Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation. New Jersey: Pearson Prentice Hall (3rd ed.).

Coşkun S.S. (Ed.) (2015). Eğitim Kurumlarının Kurumsal Performanslarının Ölçüm Modellemesi. İktisadi Araştırmalar Vakfı İktisadi İşletmesi No:29. Ünal Aysal Tez Değerlendirme Yarışması 2015/4. Gezbe Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Coşkun, S., Polat, O. ve Kara, B. (2015). Tedarikçi Seçiminde İşletmelerde Sistem Yönetimi ve Güvenliği Kriterlerine Dayalı Bir Karar Modeli ve Modelin Uygulanması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21(4), 134-144.

Croxton, K. L., Garcia-Dastugue, S. J., ve Lambert, D. M. (2001). The Supply Chain Management Processes. The International Journal of Logistic Management, 12 (2), 13-36.

Dargi A., Anjomshoae A., Galankashi M. R., Memari A., ve Tap M. B. M. (2014). Supplier Selection: A Fuzzy-ANP Approach. Procedia Computer Science 31, 671-700.

Dağdeviren M., ve Eraslan E. (2008). PROMETHEE Yöntemi ile Tedarkçi Seçimi. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der. 23 (1), 69-75.

Dağdeviren M.,ve Eren T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der. 16 (2), 41-52.

Dickson, G.W. (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. Journal of Purchasing, 2 (1), 5 -17.

Dumanoğlu S., ve Ergül N. (2010). İMKB'de İşlem Gören Teknoloji Şirketlerinin Mali Performans Ölçümü. Mufad Journal 48, 101-111.

Erdal, M. (Ed.). (2011). Satınalma ve Tedarik Zinciri Yönetimi. İstanbul: Beta Basım.

Ertuğrul İ., ve Karakaşoğlu N. (2010). ELECTRE ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme için Bilgisayar Seçimi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25 (2), 23-41.

Eraslan E. ve Algün O. (2005). İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yönetimi Yaklaşımı. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der. 20 (1), 95-106.

Galankashi M. R., Helmi S. A., ve Hashemzahi P. (2016). Supplier Selection in Automobile Industry: A Mixed Balanced Scorecard- Fuzzy AHP Approach. Alexandria Engineering Journal 55, 93-100.

Gerşil M., ve Palamutçuoğlu T. (2016). Hisseleri BİST'de İşlem Gören Teknoloji Şirketlerinin Finansal Performanslarının Değerlendirilmesinde TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ve Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. İzmir SMMMO. Nisan, 124, 57-71.

Göksu A., ve Güngör İ. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 13 (3), 1-26.

Görener A. (2013). Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 5 (3), 47-62.

Güleş H. K., Paksoy, T., Bülbül, H. ve Özceylan, E. (Eds.). (2010). Tedarik Zinciri Yönetimi Stratejik Planlama, Modelleme ve Optimizasyon. Gazi Kitapevi. Şubat.

Güner H. (2005). Bulanık AHP ve Bir İşletme için Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Hillerman T., Souza J. C. F., Reis A. C. B., ve Carvalho R. N. (2017). Applying Clustering and AHP Methods for Evaluating Suspect Healthcare Claims. Journal of Computational Science 19, 97- 111.

İbicioğlu H., ve Ünal Ö. F. (2014). Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yetkinlik Bazlı İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçimi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28 (4), 55-78.

Junior F. R. L, Osiro L., ve Carpinetti L. C. R., (2014). A Comparison Between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods to Supplier Selection. Applied Soft Computing 21, 194-209.

Kağnıcıoğlu C. H. (Ed.) (2007). Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, No: 1723. Endüstriyel Sanatlar Yüksekokulu Yayınları.

Karaatlı M., Ömürbek N., ve Köse G. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29 (1), 25-61.

Karabıçak Ç., Boyacı A. İ., Kocabaş Akay M., Özcan B. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Karayolu Şantiye Yeri Seçimine İlişkin Bir Uygulama. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13, 106-121.

Kazançoğlu, Y. (2008). Lojistik Yönetimi Sürecinde Tedarikçi Seçimi ve Performans Değerlendirilmesinin Yöneylem Araştırması Teknikleri ile Gerçekleştirilmesi: AHP ve DEA. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Keçek G. ve Yıldırım E. (2010). Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 15 (1), 193-211.

Keskin, M. H. (Ed.), (2015). Tedarik Zinciri Yönetimi Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları. Nobel Akademik Yayıncılık, Şubat, 1. Basım.

Küçük, O. ve Ecer, F. (2007). Bulanık TOPSIS Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi ve Erzurum'da Bir Uygulama. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Bahar, 3 (1), 45-65.

Küçük, O. ve Ecer, F. (2008). İmalatçı İşletmelerde Uygun Tedarikçi Seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Bir Kobi Uygulaması. İktisadi ve İdari Bölümler Dergisi, 22 (2), 435-450.

Lee, H. L. ve Billington, C. (1992). Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities. Sloan Management Review. Cambridge, Spring, 33 (3), 65-73.

Maiers J., ve Sherif S. (1985). Applications of Fuzzy Set Theory. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. January – February, 15 (1), 175-189.

Mendoza, A. (2007). Effective Methodologies for Supplier Selection and Order Quantity Allocation. The Pennsylvania State University, Thesis in Industrial Engineering and Operations Research.

Min, H., ve Zhou, G. (2002). Supply Chain Modelling: Past, Present and Future Computer & Industrial Engineering 43, 231-249.

Nebol, E., Uslu T., ve Uzel E. (Eds.). (2013). Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi. Beta Basım, İstanbul.

Ofluoğlu, P., ve Miran B. (2014). Bulanık Mantık Yöntemiyle En İyi Tedarikçi Seçimi Sorunu: Türkiye'deki Hazır Giyim Firmalarına Yönelik Bir Uygulama Çalışması. Tekstil ve Mühendis, 21 (96), 1-9.

Ömürbek N., Demirci N., ve Akalin P. (2013). Analitik Ağ Süreci ve TOPSIS Yöntemleri ile Bilimdalı Seçimi. Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 5 (9), 118-140.

Ömürbek N., Karaatlı M., ve Yetim T. (2014). Analitik Hiyerarşi Sürecine Dayalı TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile ADIM Üniversitelerinin Değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Dr. Mehmet Yıldız Özel Sayısı, 189-207.

Ömürbek N., ve Şimşek A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 22, 306- 327.

Ömürbek V., ve Kınay B. (2013). Havayolu Taşımacılığı Sektöründe TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performans Değerlendirmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18 (3), 343-363.

Öz E., ve Baykoç Ö. F. (2004). Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der., 19 (3), 275-286.

Özçakar N., ve Demir H. H. (2011). Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi. İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi, 22 (69), 25-44.

Özdağoğlu A. (Ed.) (2011). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İzmir, Ekim, MMO/570.

Özdemir A. İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bölümler Fakültesi Dergisi, 23, 87-96.

Özdemir M., Yıldırım B. F., ve Önder E. (Eds.) (2014). İşletmeciler, Mühendisler ve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Bursa, Dora Yayıncılık.

Özden Ü. H. (Ed.) (2009). Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Performansları Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Analiz. Ankara, Detay Yayıncılık.

Özen Ü., ve Orçanlı K. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AHP ve TOPSIS'in E-Kitap Okuyucu Seçiminde Uygulanması. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15, 282-310.

Özer A., Öztürk M., ve Kaya A. (2010). İşletmelerde Etkinlik ve Performans Ölçmede VZA, Kümeleme ve TOPSIS Analizlerinin Kullanımı: İMKB İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14 (1), 233-260.

Öztürk D. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerini Etkileyen Faktörler Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, 6 (1), 17-24.

Özyörük B., ve Özcan E. C. (2008). Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 13 (1), 133-144.

Polat G., ve Eray E. (2015). An Integrated Approach Using AHP-ER to Supplier Selection in Railway Projects. Procedia Engineering 123, 415-422.

Rouyendegh B. D., ve Saputro T. E. (2014). Supplier Selection Using Integrated Fuzzy TOPSIS and MCGP Case Study. 5th World Conference on Educational Sciences WCES 2013. Procedia-Social and Behavioral Sciences 116, 3957-3970.

Saaty R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process – What It is and How It is Used. Math Modelling 9, (3-5), 161-176.

Saaty T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Herarchy Process. European Journal of Operational Research 48, 9-26.

Saaty T. L. (2008). Decision Making with The Analytic Hierarchy Process. Int. J. Services Sciences. 1 (1), 83-98.

Sarabadan S., ve Abbasi S. Evaluating Tactical Missile Systems by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique. Journal of Military and Information Science, 3 (2), 28-36.

Sureeyatanapas P., Sriwattananusart K., Niyamosoth T., Sessomboon W., ve Arunyanart S. (2018). Supplier Selection Towards Uncertaion and Unavailable Infırmation: An Extension of TOPSIS Method. Operations Research Perspective 5, 69-79.

Supçiller A. A., ve Çapraz O. (2011). AHP-TOPSIS Yönetimine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, 13. (12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı), 1-22.

Şahin S. A., Gümüşsoy Ç. A., ve Kabak Ö. (2004). Farklı Ürün Gruplarına Göre Tedarikçi Seçimi. Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği – XXIV Ulusal Kongresi, Haziran.

Şahin Y. ve Akyer H. (2011). Ülke Kaynaklarının Verimli Kullanımı: 4x4 Arama ve Kurtarma Aracı Seçiminde AHS ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi. Vizyoner Dergisi, 3 (5), 72-87.

Şahin Y. ve Supçiller A. A. (2015). Tedarikçi Seçimi için Bir Karar Destek Sistemi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3 (2), 91-104.

Şen Ş. (2007). Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi Sistemine Ait Bir Karar Destek Modeli Geliştirilmesi ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

Şen C. G., ve Cenkçi D. (2009). An Integrated Approach to Determination and Evaluation of Production Planning Performance Criteria. Journal of Engineering and Natural Sciences. Sigma 27, 1-17.

Tam M. C. T., ve Tummala V. M. R. (2001). An Application of The AHP in Vendor Selection of A Telecommunications System. Omega 29, 171-182.

Tan K. C. (2001). A Framework of Supply Chain Management Literature, European Journal of Purchasing & Supply Management 7, 39-48.

Turgut E. Ç. (2015). Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri ve Uygulamaları. Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Türer S., Ayvaz B., Bayraktar D. ve Bolat B. (2009). Tedarikçi Değerlendirme Süreci için Bir Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı: Gıda Sektöründe Bir Uygulama. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 20 (2), 31-40.

Türk Dil Kurumu. 24 Ocak 2018, Tedarik, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama

Türkoğlu M. (2016). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Tedaikçi Seçimi ve Bir Uygulama. Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

UmaDevi K., Elango C., ve Rajesh R. (2012). International Conference on Modeling Optimization and Computing. Vendor Selection Using AHP. Procedia Engineering 38, 1946-1949.

Kaptanoğlu D., ve Özok A. F. (2006). Akademik Peformans Değerlendirmesi için Bir Bulanık Model. İTÜ Dergisi/d. 5 (1), 193-204.

Uygurtürk H., ve Korkmaz T. (2012). Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 7 (2), 95-115.

Uygurtürk H., ve Korkmaz T. (2015). Türkiye'deki A Grubu Seyahat Acentalarının Tercih Sıralamasının PROMETHEE Yöntemi ile Belirlenmesi. Business and Economics Research Journal, 6 (2). 141-155.

Vatansever K., ve Uluköy M. (2013). Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık AHP ve Bulanık MOORA Yöntemleriyle Seçimi: Üretim Sektöründe Bir Uygulama. CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 11 (2), 274-293.

Veni K. K., Rajesh R. ve Pugazhendhi S. (2012). International Conference on Modeling Optimization and Computing. Development of Decision Making Model Using Integrated AHP and DEA for Vendor Selection. Procedia Engineering 38, 3700-3708.

Wang Y. M., Liu J., ve Elhag T. M. S. (2008). An Integrated AHP-DEA Methodology for Bridge Risk Assessment. Computers & Industrial Engineering 54, 513-525.

Weber C. A., Current J. R. ve Benton W.C. (1991). Vendor Selection Criteria and Methods. European Journal of Operational Research 50, 2-18.

Yalçın N., Bayrakdaroğlu A., ve Kahraman C. (2012). Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manucacturing Industries. Expert Systems with Applications 39, 350-364.

Yurdakul M., ve İç Y. T. (2003). Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der., 18 (1), 1-18.

EKLER

EK 1 : Ana Kriterin İkili Karşılaştırmaları

Yetkili 1	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Maliyet			x							Kalite
Maliyet								x		Teslimat
Maliyet			x							Hizmet
Maliyet				x						Firma
Kalite								x		Teslimat
Kalite							x			Hizmet
Kalite						x				Firma
Teslimat			x							Hizmet
Teslimat			x							Firma
Hizmet							x			Firma

Yetkili 2	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Maliyet					x					Kalite
Maliyet								x		Teslimat
Maliyet						x				Hizmet
Maliyet								x		Firma
Kalite		x								Teslimat
Kalite		x								Hizmet
Kalite				x						Firma
Teslimat			x							Hizmet
Teslimat			x							Firma
Hizmet							x			Firma

EK 1 : Ana Kriterin İkili Karşılaştırmaları (Devam)

Yetkili 3	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Maliyet							X			Kalite
Maliyet						X				Teslimat
Maliyet							X			Hizmet
Maliyet							X			Firma
Kalite					X					Teslimat
Kalite					X					Hizmet
Kalite					X					Firma
Teslimat				X						Hizmet
Teslimat				X						Firma
Hizmet			X							Firma

EK 2 : Ana Kriterlerin Üçlü Bulanık Sayı Değerleri

Yetkili 1	Maliyet			Kalite			Teslimat			Hizmet			Firma		
Maliyet	1	1	1	1,5	2	2,5	0,286	0,333	0,4	1,5	2	2,5	0,667	1	1,5
Kalite	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,286	0,333	0,4	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5
Teslimat	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
Hizmet	0,4	0,5	0,667	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,4	0,5	0,667
Firma	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667	1,5	2	2,5	1	1	1

Yetkili 2	Maliyet			Kalite			Teslimat			Hizmet			Firma		
Maliyet	1	1	1	1	1	1	0,286	0,333	0,4	0,667	1	1,5	0,286	0,333	0,4
Kalite	1	1	1	1	1	1	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5	0,667	1	1,5
Teslimat	2,5	3	3,5	0,286	0,333	0,4	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
Hizmet	0,667	1	1,5	0,286	0,333	0,4	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,4	0,5	0,667
Firma	2,5	3	3,5	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667	1,5	2	2,5	1	1	1

Yetkili 3	Maliyet			Kalite			Teslimat			Hizmet			Firma		
Maliyet	1	1	1	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667	0,4	0,5	0,667
Kalite	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Teslimat	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5
Hizmet	1,5	2	2,5	1	1	1	0,667	1	1,5	1	1	1	1,5	2	2,5
Firma	1,5	2	2,5	1	1	1	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667	1	1	1

EK 3 : Maliyet Alt Kriterinin İkili Karşılaştırmaları

Yetkili 1	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Ürün Fiyatı							x			İndirim Oranı
Ürün Fiyatı						x				Ödeme Kolaylığı
İndirim Oranı					x					Ödeme Kolaylığı

Yetkili 2	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Ürün Fiyatı		x								İndirim Oranı
Ürün Fiyatı			x							Ödeme Kolaylığı
İndirim Oranı				x						Ödeme Kolaylığı

Yetkili 3	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Ürün Fiyatı		x								İndirim Oranı
Ürün Fiyatı				x						Ödeme Kolaylığı
İndirim Oranı					x					Ödeme Kolaylığı

EK 4 : Maliyet Alt Kriterinin Bulanık Sayı Değerleri

Yetkili 1	**Ürün Fiyatı**			**İndirim Oranı**			**Ödeme Kolaylığı**		
Ürün Fiyatı	1	1	1	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5
İndirim Oranı	1,5	2	2,5	1	1	1	1	1	1
Ödeme Kolaylığı	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1

Yetkili 2	**Ürün Fiyatı**			**İndirim Oranı**			**Ödeme Kolaylığı**		
Ürün Fiyatı	1	1	1	2,5	3	3,5	1,5	2	2,5
İndirim Oranı	0,286	0,333	0,4	1	1	1	0,667	1	1,5
Ödeme Kolaylığı	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5	1	1	1

Yetkili 3	**Ürün Fiyatı**			**İndirim Oranı**			**Ödeme Kolaylığı**		
Ürün Fiyatı	1	1	1	2,5	3	3,5	0,667	1	1,5
İndirim Oranı	0,286	0,333	0,4	1	1	1	1	1	1
Ödeme Kolaylığı	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1

EK 5 : Kalite Alt Kriterinin İkili Karşılaştırmaları

Yetkili 1	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Ürünün Kalitesi			x							Paketleme Kalitesi
Ürünün Kalitesi				x						Kalite Sistemi
Paketleme Kalitesi					x					Kalite Sistemi

Yetkili 2	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Ürünün Kalitesi			x							Paketleme Kalitesi
Ürünün Kalitesi			x							Kalite Sistemi
Paketleme Kalitesi				x						Kalite Sistemi

Yetkili 3	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Ürünün Kalitesi			x							Paketleme Kalitesi
Ürünün Kalitesi				x						Kalite Sistemi
Paketleme Kalitesi							x			Kalite Sistemi

EK 6 : Kalite Alt Kriterinin Bulanık Sayı Değerleri

Yetkili 1	**Ürünün Kalitesi**			**Paketleme Kalitesi**			**Kalite Sistemi**		
Ürünün Kalitesi	1	1	1	1,5	2	2,5	0,667	1	1,5
Paketleme Kalitesi	0,4	0,5	0,667	1	1	1	1	1	1
Kalite Sistemi	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1

Yetkili 2	**Ürünün Kalitesi**			**Paketleme Kalitesi**			**Kalite Sistemi**		
Ürünün Kalitesi	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
Paketleme Kalitesi	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,667	1	1,5
Kalite Sistemi	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5	1	1	1

Yetkili 3	**Ürünün Kalitesi**			**Paketleme Kalitesi**			**Kalite Sistemi**		
Ürünün Kalitesi	1	1	1	1,5	2	2,5	1	1	1
Paketleme Kalitesi	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,4	0,5	0,667
Kalite Sistemi	1	1	1	1,5	2	2,5	1	1	1

EK 7 : Teslimat Alt Kriterinin İkili Karşılaştırmaları

Yetkili 1	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Zamanında teslim			x							Doğru Miktarda Teslim
Zamanında Teslim						x				Teslimat Esnekliği
Doğru Miktarda Teslim					x					Teslimat Esnekliği

Yetkili 2	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Zamanında teslim							x			Doğru Miktarda Teslim
Zamanında Teslim			x							Teslimat Esnekliği
Doğru Miktarda Teslim				x						Teslimat Esnekliği

Yetkili 3	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Zamanında teslim					x					Doğru Miktarda Teslim
Zamanında Teslim				x						Teslimat Esnekliği
Doğru Miktarda Teslim					x					Teslimat Esnekliği

EK 8 : Teslimat Alt Kriterinin Bulanık Sayı Değerleri

Yetkili 1	Zamanında Teslim			Doğru Miktarda Teslim			Teslimat Esnekliği		
Zamanında Teslim	1	1	1	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5
Doğru Miktarda Teslim	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1
Teslimat Esnekliği	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1

Yetkili 2	Zamanında Teslim			Doğru Miktarda Teslim			Teslimat Esnekliği		
Zamanında Teslim	1	1	1	0,4	0,5	0,667	1,5	2	2,5
Doğru Miktarda Teslim	1,5	2	2,5	1	1	1	0,667	1	1,5
Teslimat Esnekliği	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5	1	1	1

Yetkili 3	Zamanında Teslim			Doğru Miktarda Teslim			Teslimat Esnekliği		
Zamanında Teslim	1	1	1	1	1	1	0,667	1	1,5
Doğru Miktarda Teslim	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Teslimat Esnekliği	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1

EK 9 : Hizmet Alt Kriterinin İkili Karşılaştırmaları

Yetkili 1	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Üretim Esnekliği				x						İletişim Kolaylığı
Üretim Esnekliği				x						Şikayetlere Karşı Tutum
İletişim Kolaylığı						x				Şikayetlere Karşı Tutum

Yetkili 2	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Üretim Esnekliği							x			İletişim Kolaylığı
Üretim Esnekliği					x					Şikayetlere Karşı Tutum
İletişim Kolaylığı			x							Şikayetlere Karşı Tutum

Yetkili 3	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Üretim Esnekliği			x							İletişim Kolaylığı
Üretim Esnekliği					x					Şikayetlere Karşı Tutum
İletişim Kolaylığı					x					Şikayetlere Karşı Tutum

EK 10 : Hizmet Alt Kriterinin Bulanık Sayı Değerleri

Yetkili 1	Üretim Esnekliği			İletişim Kolaylığı			Şikayetlere Karşı Tutum		
Üretim Esnekliği	1	1	1	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5
İletişim Kolaylığı	0,667	1	1,5	1	1	1	0,667	1	1,5
Şikayetlere Karşı Tutum	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	1	1	1

Yetkili 2	Üretim Esnekliği			İletişim Kolaylığı			Şikayetlere Karşı Tutum		
Üretim Esnekliği	1	1	1	0,4	0,5	0,667	1	1	1
İletişim Kolaylığı	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5
Şikayetlere Karşı Tutum	1	1	1	0,4	0,5	0,667	1	1	1

Yetkili 3	Üretim Esnekliği			İletişim Kolaylığı			Şikayetlere Karşı Tutum		
Üretim Esnekliği	1	1	1	1,5	2	2,5	1	1	1
İletişim Kolaylığı	0,4	0,5	0,667	1	1	1	1	1	1
Şikayetlere Karşı Tutum	1	1	1	1	1	1	1	1	1

EK 11 : Firma Alt Kriterinin İkili Karşılaştırmaları

Yetkili 1	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Finansal Yapı		x								Tecrübe
Finansal Yapı				x						Referanslar
Finansal Yapı							x			Coğrafi Konum
Finansal Yapı					x					Kapasite
Finansal Yapı						x				Teknik Yeterlilik
Tecrübe				x						Referanslar
Tecrübe						x				Coğrafi Konum
Tecrübe							x			Kapasite
Tecrübe					x					Teknik Yeterlilik
Referanslar							x			Coğrafi Konum
Referanslar								x		Kapasite
Referanslar					x					Teknik Yeterlilik
Coğrafi Konum			x							Kapasite
Coğrafi Konum			x							Teknik Yeterlilik
Kapasite						x				Teknik Yeterlilik

EK 11 : Firma Alt Kriterinin İkili Karşılaştırmaları (Devam)

Yetkili 2	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Finansal Yapı						x				Tecrübe
Finansal Yapı							x			Referanslar
Finansal Yapı						x				Coğrafi Konum
Finansal Yapı						x				Kapasite
Finansal Yapı						x				Teknik Yeterlilik
Tecrübe		x								Referanslar
Tecrübe						x				Coğrafi Konum
Tecrübe				x						Kapasite
Tecrübe							x			Teknik Yeterlilik
Referanslar				x						Coğrafi Konum
Referanslar						x				Kapasite
Referanslar							x			Teknik Yeterlilik
Coğrafi Konum					x					Kapasite
Coğrafi Konum							x			Teknik Yeterlilik
Kapasite						x				Teknik Yeterlilik

EK 11 : Firma Alt Kriterinin İkili Karşılaştırmaları (Devam)

Yetkili 3	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Öneme Sahip	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Finansal Yapı							x			Tecrübe
Finansal Yapı			x							Referanslar
Finansal Yapı				x						Coğrafi Konum
Finansal Yapı						x				Kapasite
Finansal Yapı							x			Teknik Yeterlilik
Tecrübe			x							Referanslar
Tecrübe				x						Coğrafi Konum
Tecrübe					x					Kapasite
Tecrübe					x					Teknik Yeterlilik
Referanslar						x				Coğrafi Konum
Referanslar						x				Kapasite
Referanslar							x			Teknik Yeterlilik
Coğrafi Konum						x				Kapasite
Coğrafi Konum							x			Teknik Yeterlilik
Kapasite							x			Teknik Yeterlilik

EK 12 : Firma Alt Kriterinin Bulanık Sayı Değerleri

Yetkili 1	Finansal Yapı			Tecrübe			Referanslar			Coğrafi Konum			Kapasite			Teknik Yeterlilik		
Finansal Yapı	1	1	1	2,5	4	4,5	0,667	2	1,5	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,667	1	1,5
Tecrübe	0,222	0,25	0,4	1	1	1	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667	1	1	1
Referanslar	0,667	0,5	1,5	0,667	1	1,5	1	1	1	0,4	0,5	0,667	0,286	0,333	0,4	1	1	1
Coğrafi Konum	1,5	2	2,5	0,667	1	1,5	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
Kapasite	1	1	1	1,5	2	2,5	2,5	3	3,5	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,667	1	1,5
Teknik Yeterlilik	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5	1	1	1

Yetkili 2	Finansal Yapı			Tecrübe			Referanslar			Coğrafi Konum			Kapasite			Teknik Yeterlilik		
Finansal Yapı	1	1	1	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5
Tecrübe	0,667	1	1,5	1	1	1	2,5	3	3,5	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667
Referanslar	1,5	2	2,5	0,286	0,333	0,4	1	1	1	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667
Coğrafi Konum	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1	0,4	0,5	0,667
Kapasite	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1	0,667	1	1,5
Teknik Yeterlilik	0,667	1	1,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	0,667	1	1,5	1	1	1

Yetkili 3	Finansal Yapı			Tecrübe			Referanslar			Coğrafi Konum			Kapasite			Teknik Yeterlilik		
Finansal Yapı	1	1	1	0,4	0,5	0,667	1,5	2	2,5	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667
Tecrübe	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5	0,667	1	1,5	1	1	1	1	1	1
Referanslar	0,4	0,5	0,667	0,4	0,5	0,667	1	1	1	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667
Coğrafi Konum	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	1	1	1	0,667	1	1,5	0,4	0,5	0,667
Kapasite	0,667	1	1,5	1	1	1	0,667	1	1,5	0,667	1	1,5	1	1	1	0,4	0,5	0,667
Teknik Yeterlilik	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1	1	1