



T.C.

**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI**

**BULANIK TODİM YÖNTEMİYLE TEDARİKÇİ
SEÇİMİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

(Yüksek Lisans Tezi)

Saime BAŞARAN

Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR

Danışman

RİZE

2019

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalında, Saime BAŞARAN tarafından hazırlanan “*Bulanık Todım Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi: Gıda Sektöründe Bir Uygulama*” başlıklı bu çalışma, 22/03/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Selçuk PERÇİN

Kabul/Red

Danışman: Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR

Kabul/Red

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aykut KARAKAYA

Kabul/Red

85208

İmza

Doç. Dr. Ahmet YANIK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tezdeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 22/05/2019


Saim BAŞARAN

ÖN SÖZ

Bu çalışmanın ortaya çıkması, yürütülmesi ve sonlandırıldığı ana kadar karşılaştığım her türlü problemin aşılmasında bana yardımcı olan, hoşgörü, desteği ve tecrübeleriyle yol gösteren değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR'a,

Desteğiyle beni teşvik ederek, sabrı ve hoşgürüsüyle hep yanımda olan sevgili eşim Burhan BAŞARAN'a,

Son olarak yaşamım boyunca varlıklarını hep yanımda hissettiğim rahmetli babam, annem ve kardeşime en derin saygılarımı sunarken; varlığı bana her zaman güç veren kızım Hilal BAŞARAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	2
ETİK BEYAN	3
ÖN SÖZ.....	4
ÖZET	7
ABSTRACT	8
KISALTMALAR.....	9
TABLolar LİSTESİ.....	10
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	11
GİRİŞ.....	12

BİRİNCİ BÖLÜM

1. TEDARİK ZİNCİRİ, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ.....	14
1.1. Tedarik Zinciri.....	14
1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi	16
1.3. Tedarikçi Seçimi	17
1.3.1. Tedarikçi Seçim Aşamaları.....	18
1.3.2. Tedarikçi Seçim Kriterleri	20

İKİNCİ BÖLÜM

2. KARAR TEORİSİ, ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ VE BULANIK MANTIK.....	26
2.1. Karar Teorisi	26
2.2. Karar Verme Modelleri	27
2.3. Çok Kriterli Karar Verme	29
2.4. Bulanık Mantık.....	30
2.4.1. Bulanık Küme Teorisi.....	32

2.4.1.1. Üyelik Fonksiyonu Tipleri	35
2.4.1.1.1. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	35
2.4.1.1.2. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	36
2.4.2. Bulanık Sayılar	37
2.4.2.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler	37
2.4.3. Bulanık Mantık Yaklaşımının Avantaj ve Dezavantajları	38

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULANIK TODİM YÖNTEMİ	39
3.1. Bulanık TODİM Yöntemi ve Önceki Çalışmalar	39
3.2. Bulanık TODİM Yönteminin Uygulama Adımları	40

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK TODİM UYGULAMASI	46
4.1. Uygulamanın Gerçekleştirileceği İşletme Hakkında Genel Bilgi	46
4.2. Bulanık TODİM Yönteminin Uygulanması	47
SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	59
ÖZ GEÇMİŞ	73

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ana Bilim Dalı: İşletme

Tez Türü: Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR

Hazırlayan: Saime BAŞARAN

Yıl: 2019

Sayfa Sayısı: 73

ÖZET

BULANIK TODİM YÖNTEMİYLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Günümüz ekonomik koşullarında müşteri taleplerinde yaşanan sürekli değişim, müşteri beklentilerinin çeşitliliği ve tedarikçi sayısındaki fazlalık gibi sebepler işletmeler için tedarikçi seçimini çözülmesi zor bir problem haline getirmiştir. Kriterlerin çeşitliliği ve tedarikçi alternatifinin birden fazla olması da dikkate alındığında tedarikçi seçimi bir çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak ele alınmalıdır. Karar vericiler belirli ve kesin olan durumlarda klasik ÇKKV yöntemlerini kullanarak seçim yapabilmektedir. Fakat gerçek hayat karmaşık ve birçok belirsizliği içeren bulanık bir ortamdır. Kesin verilere dayalı klasik ÇKKV teknikleri insan düşünüş biçimini ve karar vericilerin yargılarını modellemede yetersiz kalabilmektedir. Belirsizlik içeren gerçek hayat problemlerini daha rasyonel biçimde çözebilmek için karar vericiler, 1965 yılında Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantık ilkelerinden yararlanmaktadırlar. Bu çalışmada, tedarikçi seçim problemi bulanık ÇKKV yöntemlerinden biri olan bulanık TODİM yönteminden faydalanılarak çözülmüştür. En uygun tedarikçi seçimi, Konya ilinde helva üretimi yapan bir gıda firmasında uygulanmıştır. Uygulama sonucunda bulanık TODİM yönteminin tedarikçi seçiminin yanı sıra diğer ÇKKV problemlerinin çözümü amacıyla da kullanılabilecek pratik bir yöntem olduğu ortaya çıkmıştır. Tedarikçi seçimi literatüründe bulanık TODİM yönteminin kullanıldığı çalışma sayısının az olması bu çalışmanın önemli katkılarından biridir.

Anahtar Kelimeler: Çok kriterli karar verme (ÇKKV), bulanık mantık, bulanık TODİM (BTODİM), tedarikçi seçimi

Recep Tayyip Erdogan University Graduate School of Social Sciences

Department: Business Administration

Thesis Type: Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Süleyman ÇAKIR

Author: Saime BAŞARAN

Year: 2019

Pages: 73

ABSTRACT

SELECTION OF SUPPLIER WITH FUZZY TODIM METHOD: AN APPLICATION IN FOOD SECTOR

The continuous change in customer demands in today's economic conditions, the diversity of the expectations of customers and the redundancy in the number of suppliers have made the selection of supplier for enterprises a difficult-to-solve problem. The fact that the decision criteria are diverse and considering the fact that there are multiple supplier alternatives, supplier selection should be considered as a multi-criteria decision making (MCDM) problem. The decision-makers are able to make a choice easily in certain situations by using the MCDM methods. However, real life is a complex and fuzzy environment, which contains many uncertainties. Classical MCDM techniques based on exact data may be insufficient to model human thinking and judgment of decision-makers. In order to handle with real-life problems including uncertainty more rationally, decision-makers benefit from fuzzy logic principles developed by Zadeh in 1965. In this study, supplier selection problem was solved by using fuzzy TODIM method, which is a fuzzy MCDM technique. The selection of the most suitable supplier has been conducted in a food company producing halva in Konya province. Consequently, fuzzy TODIM method was found to be a practical method which can be used for the solution of other MCDM problems as well as supplier selection. Being among the few studies that have addressed supplier selection problem with fuzzy TODIM method is one of the main contributions of this study.

Keywords: Multi-criteria decision making (MCDM), fuzzy logic, fuzzy TODIM, supplier selection

KISALTMALAR

ÇKKV: Çok Kriterli Karar Verme

B: Bulanık

TODIM: Tomada de Decisao Iterativa Multicriterio

TOPSIS: Technique For Order Preference By Similarity to Ideal Solution

VIKOR: VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

ANP: Analytic Network Process

ELECTRE: Elimination et Choice in Translating to Reality

AHP: Analytic Hierarchy Process

SAW: Simple Additive Weighted

GİA: Gri İlişkisel Analiz

MOORA: Multi-Objective Op-timization on the basis of Ratio Analysis

SWARA: The Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis

WASPAS: The Weighted Aggregated Sum Product Assessment

FITRADEOFF: The Flexible and Interactive Tradeoff

PROMETHEE: The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation

DEMATEL: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

HP: Hedef Programlama

ÜBS: Üçgen Bulanık Sayılar

BNP: Best Nonfuzzy Performance Values

COA: Centre of area

KV: Karar Verici

TZY: Tedarik Zinciri Yönetimi

MRP: Malzeme İhtiyaç Planlaması

MRP II: İmalat Kaynakları Planlaması

ERP: Kurumsal Kaynak Planlaması

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. 2010-2018 Yılları Arasında Tedarikçi Seçim Kriterleri Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar.....	21
Tablo 2. Tedarikçi Seçim Kriterleri.....	25
Tablo 3. ÜBS'ler İçin Temel Aritmetik İşlemler.....	37
Tablo 4. Kriter Ağırlıkları İçin Kullanılan Değişkenler.....	40
Tablo 5. Alternatiflerin Derecelendirilmesi İçin Kullanılan Değişkenler.....	41
Tablo 6. Değerlendirme Kriterleri.....	47
Tablo 7. KV'lerin Kriterler için Yaptığı Sözel Değerlendirmeler.....	48
Tablo 8. KV Yargılarının ÜBS Karşılıkları.....	49
Tablo 9. Bulanık Kriter Ağırlıkları.....	49
Tablo 10. Durulaştırılmış Kriter Ağırlıkları.....	49
Tablo 11. KV'lerin Kriterlere Göre Alternatifler İçin Yaptığı Değerlendirmeler.....	50
Tablo 12. KV'lerin Kriterlere Göre Alternatifler İçin Yaptığı Değerlendirmeler.....	51
Tablo 13. Bulanık Karar Matrisi \tilde{X}	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Klasik Tedarik Zinciri.....	15
Şekil 2. Tedarikçi Seçim Aşamaları.....	19
Şekil 3. Tedarikçi Seçiminde Üzerinde En Çok Durulan Kriterler.....	24
Şekil 4. Bulanık Küme Durumu.....	34
Şekil 5. “Genç”, “Orta Yaşlı” ve “Yaşlı” Üyelik Fonksiyonu.....	34
Şekil 6. Yamuk Üyelik Fonksiyonu.....	36
Şekil 7. Üçgen Üyelik Fonksiyonu.....	36
Şekil 8. Karar Probleminin Hiyerarşik Yapısı.....	48

GİRİŞ

Günümüz ekonomik koşullarında işletmelerin rekabette üstünlük kazanmaları yalnızca kendi performanslarına bağlı olmayıp, ortaya çıkan başarı ya da başarısızlık işletme ile ortak hareket eden paydaşların da sorumluluğundadır. Bu paydaşlardan birisi de işletmenin mal ve hizmet satın aldığı tedarikçilerdir (Özaydın, Çakıt ve Özkök, 2016; Parseker, 2009). Bu nedenle işletmeler, kendilerine en iyi performansı sağlayacak tedarikçilerle çalışmak istemektedirler. Gerek işletme beklentilerinin çeşitliliği, gerekse tedarikçi sayısındaki fazlalık ve performans gibi faktörler profesyonel tedarikçi zincir yönetimini zorunlu kılmaktadır (Nebol, 2016: 1; Özdemir, 2004). Bu süreçte işletmelerin karşılaştıkları temel problemlerden birisi de doğru tedarikçi seçimi için karar vermedir. Çünkü tedarik zincirini oluşturan her bir üyenin performansı ve zincirin toplam performansı işletmenin başarısını doğrudan etkileyebilme potansiyeline sahiptir (Erdal, 2014: 6; Weele, 2014: 251).

İşletmelerin doğru tedarikçi seçimine karar verebilmelerinde onlara yardım edebilecek nitel ve nicel bir çok kriter bulunmaktadır. Söz konusu bu kriterler işletmelere değerlendirme aşamasında yol gösterirken aynı zamanda işletmelerde karmaşalara da neden olabilmektedir. Doğru tedarikçi seçimi gibi kritik bir kararda işletmeler aynı ürün ve hizmeti sağlayan tedarikçiler arasından hangisinin kendileri için daha uygun bir aday olduğunu belirlemede oldukça zorlanmaktadırlar (Büyüközkan ve Göçer, 2017). Bunun temel nedeni karara etki eden çok sayıda etkenin olmasıdır. İşletmelerin kendi operasyonlarında en iyi performansı yakalama isteği kimi zaman işletmelerin seçim kriterleri bakımından çelişki yaşamalarına neden olabilmektedir. Nitekim bir işletme için çok önemli olan bir seçim kriteri bir diğer işletme için aynı oranda önemli olmayabilmektedir (Coşkun, Polat ve Kara, 2015; Göztepe, 2010). Şüphesiz her işletme tedarikçilerinin seçim kriterlerinin pek çoğunu en iyi oranda karşılamasını arzu etmektedir. Bunun yanında değerlendirmede kullanılacak kriterler birbiriyle çelişebilen, başka bir deyişle ödünleşim gerektiren yapıda olabilmektedir. Bu nedenle tedarikçi seçim problemi

bir çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olarak değerlendirilmeli ve çözüme bilimsel bir bakış açısıyla yaklaşılmalıdır (Özbek, 2014).

Doğru tedarikçi seçiminde matematiksel bir yaklaşım olarak ÇKKV yöntemleri günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılmakta ve işletmelerin doğru karar vermelerinde çözümü kolaylaştırmaktadır. Bu yöntemler, ödünleşim gerektirebilen birçok değerlendirme faktörünü eşzamanlı ele alan ve fonksiyonel bir biçim istemeyen analitik yöntemlerdir. Karar vericiler belirli ve kesin olan durumlarda ÇKKV yöntemlerini kullanarak rahatlıkla seçim yapabilmektedir.

Fakat gerçek hayat karmaşık ve birçok belirsizliği içeren bulanık bir ortamdır. Kesin verilere dayalı klasik ÇKKV teknikleri insan düşünüş biçimini ve karar vericilerin yargılarını modellemede yetersiz kalabilmektedir. Belirsizlik içeren gerçek hayat problemlerini daha rasyonel biçimde çözebilmek için karar vericiler, 1965 yılında Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantık ilkelerinden yararlanmaktadırlar (Keskenler ve Keskenler, 2017).

Literatürde tedarikçi seçimi üzerine yapılan araştırmalarda birçok farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemlerden üzerinde en az araştırma yapılanlardan birisi ise Bulanık TODIM (BTODIM) yöntemidir. Orijinali Portekizce olan, Gomes ve Lima (1992a,b) tarafından literatüre kazandırılan TODIM yöntemi, beklenti (prospect) teorisine dayanan, belirsiz ve riskli koşullar altında karar vermeye ilişkin deneysel bir ÇKKV yöntemidir.

Bu çalışmanın amacı, helva sektöründe faaliyet gösteren bir üreticinin bulanık ortamda tedarikçi seçiminde BTODIM yönteminden yararlanabileceğini ortaya koymaktır. Bu çalışma; BTODIM yönteminin tedarikçi seçim problemine yönelik ilk uygulamalarından olup literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; tedarik zinciri, tedarikçi zinciri yönetimi ve tedarikçi seçimine dair bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde; karar teorisi, ÇKKV ve bulanık mantıkla ilgili literatür çalışması yer almaktadır. Üçüncü bölümde, BTODIM yöntemi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, BTODIM yöntemiyle en uygun tedarikçi seçimi yapılmıştır, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

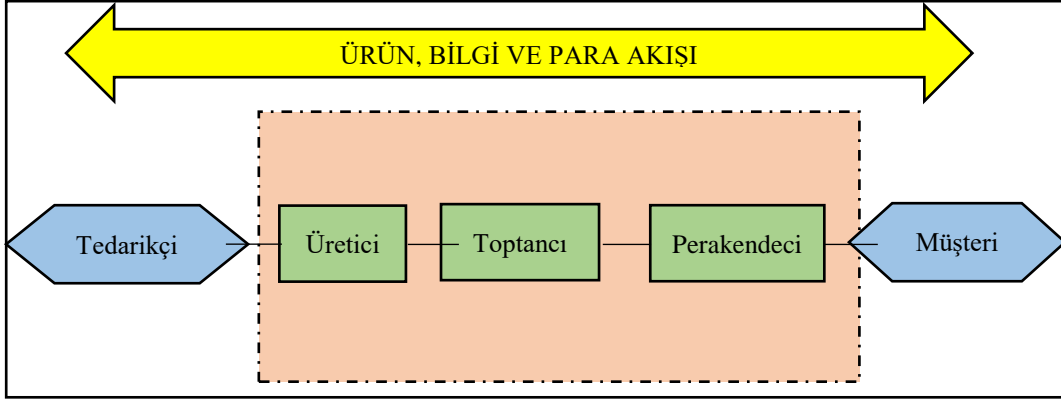
1. TEDARİK ZİNCİRİ, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

1.1. Tedarik Zinciri

Son yıllarda başta teknoloji olmak üzere her alanda yaşanan hızlı gelişmeler işletmelere pek çok avantaj sunmaktadır (Yerlikaya ve Arıkan, 2017). Bu durum yüksek maliyet, enflasyon ve yoğun rekabet gibi bazı zorluklarla mücadeleyi de beraberinde getirmektedir (Weele, 2014: 253). Bu doğrultuda etkin ve hızlı karar alarak gerek kaynakları maksimum verimlilikte kullanmak gerekse rekabette avantaj sağlamak için bilimsel yöntemleri kullanmak artık neredeyse zorunlu hale gelmiştir (Bakoğlu ve Yılmaz, 2001). Her işletmenin kısa, orta ve uzun vadeli politikalarında değişmeyen fakat zaman içinde farklılaşan tek amacı müşteri memnuniyetidir. Müşteri memnuniyeti müşterilerin satın aldıkları ürünlerden sağladıkları maksimum faydadır. Bu nedenle işletmeler, piyasaya her açıdan müşteriyi/tüketiciyi memnun edecek ürünlerini sunmak istemektedirler (Porter, 2011). Kusursuz bir ürünün ortaya çıkışında şüphesiz işletmeye ait pek çok operasyonun etkisi vardır. Fakat bunlardan tedarik süreci, işletmenin bir dış kaynaklı süreci olması, ürün oluşumunu doğrudan etkilemesi ve işletme başarısı/başarısızlığındaki rolü bakımından oldukça önemlidir (Acar ve Köseoğlu, 2014: 306; Sarıçiçek, Dağdeviren ve Yüzügüllü, 2001).

Tedarik, Arapça “*Tedaruk*” kelimesinden türetilmiş ve “*araştırıp bulma, sağlama ve elde etme*” anlamına gelmektedir (Türk Dil Kurumu (TDK), 2018). İşletmelerde, özellikleri ve miktarı ilgili bölümler tarafından belirlenen malzemelerin tedarik edilmesi çoğunlukla satın alma bölümü tarafından gerçekleştirilmektedir. Bir işletme bir ürünü oluşturabilmek için onlarca hatta yüzlerce malzemeye veya hizmete ihtiyaç duymaktadır. Bu ürün ve hizmetleri de sağlayan çok sayıda işletme vardır. Söz konusu bu işletmeler “tedarikçi” olarak adlandırılmaktadır (Weele, 2014: 255). Satın alma bölümü işletme operasyonlarının mükemmel şekilde yürüebilmesi için tedarikçilerle bir düzen içerisinde çalışmak

zorundadır. Bu durumda tedarik zinciri kavramı ortaya çıkmaktadır (Weele, 2014: 56). Klasik bir tedarik zinciri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Klasik tedarik zinciri (Özdemir, 2004)

Tedarik Zinciri Konseyi (Supply Chain Council) (2009); tedarik zincirini; tedarikçiden tedarikçiye aşamasından, müşterinin müşterisi aşamasına kadar, nihai ürünün üretimi ve teslimi için gereken tüm çabaları kapsayan sistem olarak tanımlarken; Long (2012: 43) tedarik zincirini, bir sonrakinin tedarikini sağlayan birimlerin oluşturduğu sistem olarak tanımlamıştır. Tedarik zinciri; malzeme/hizmet temini, satış süreci, üretim, depolama, dağıtım, satış, dokümantasyon ve satış sonrası hizmetleri gibi organizasyona göre farklılaşabilen aşamalardan oluşmaktadır (Quinn, 2017). Tedarik zincirinin amacı, müşteri/tüketici istek ve beklentilerini yani memnuniyetini en üst düzeyde sağlamak, operasyonları istenilen düzeyde gerçekleştirmek, kar etmek ve rekabette avantaj sağlamaktır (Genç, 2009: 265; Nebol, 2016:65).

Tedarik zinciri içerik bakımından oldukça geniş ve kapsamlıdır. Bu yüzden ilk bakışta karmaşık bir yapı olarak görülebilir, fakat tüm halkaların birleştiği bu zincir merkezi bir yaklaşımla kolaylıkla yönetilebilmektedir (Yıldırım, 2010). Tedarik zinciri; yapısı, fonksiyonları ve işleyişi bakımından farklı sektörlerde hatta aynı sektörde faaliyet gösteren farklı işletmelerde büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Eşdeyişle, tedarik zinciri bir kalıp olarak görülmemelidir (Yıldırım, 2010). Buna karşın, ister üretim isterse hizmet sektörü olsun tüm organizasyonlarda uygulanabilir bir kavramdır (Emirkadı, 2016). Buradan

hareketle, her işletme içyapısı ve müşteri/tüketici ihtiyaçlarını en üst düzeyde karşılama adına kendisine özel bir tedarik zinciri tasarımı oluşturabilmektedir.

1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zincirinin her birimi diğer birimlerle etkileşim halindedir. Bu yüzden zincirin koordinasyonu sağlanarak performansının artırılması ancak başarılı bir yönetim felsefesiyle gerçekleştirilebilir. Bu felsefe günümüzde tedarik zinciri yönetimi (TZY) olarak bilinmektedir (Erdal, 2014:7). TZY ile ilgili olarak; doğru ürünün doğru fiyatla doğru zamanda ve yerde tedarik zinciri boyunca en düşük maliyetle müşteriye ulaşmasını mümkün kılan malzeme, bilgi ve finans akışının entegre yönetilmesi (Küçük ve Ecer, 2007); işletmenin iç ve dış kaynaklarının entegre edilerek etkin bir şekilde çalışmasını sağlayan, işletmenin tüm operasyon performanslarını artıran ve zincir boyunca farklı kararlar almamıza olanak sağlayan yönetim (Şen, 2007); son kullanıcıların talep ve isteklerini eksiksiz karşılamak için tedarik zincirini oluşturan malzeme, bilgi ve finansal akışın tasarım, bakım ve işleyişi (Kağnıcıoğlu, 2007:10), toplam maliyetin asgariye indirilmesi için tedarik zincirini oluşturan paydaşlar arasında yapılan çalışmaların bütünü (Dağdeviren ve Eraslan, 2008) şeklinde pek çok tanıma rastlamak mümkündür. Şekil 1 incelendiğinde, hammadde temininden son kullanıcıya kadar ki tedarik zinciri sürecinde yer alan tedarikçi, üretici, toptancı, perakendeci ve müşteriler arasında fiziksel ürün, bilgi ve finans akışının yönetimi gerçekleştirilmektedir.

TZY, yaklaşık olarak iki yüz yıllık bir gelişim süreci içerisinde bugünkü halini almıştır. Charles Babbage'in 1832 yılında "gerekli olan tüm malzemelerin seçimi, satın alınması, kabulü ve teslimatı" ile ilgili "Makine ve İmalat Ekonomisi Üzerine" başlıklı çalışması bu anlamda ilk kabul edilebilir (Erdal, 2014:8). Daha sonra 1905 yılında temel satın alma ilkeleri ve çeşitli şirketlerin satın alma sistemlerine ilişkin formlar ve örnekler hazırlanmaya başlanmıştır. 1900-1920 yılları arasında satın alma yöneticileri çeşitli dernek ve birlikler etrafında toplanarak bu alanda tartışmalara başlamışlardır. Yine 1920'de ilk satın alma dergisi yayımlanmıştır. 1940'lı yıllarda ise bazı üniversitelerde satın alma konulu dersler okutulmaya başlanmıştır. 1960'larda malzeme ihtiyaç planlaması (MRP), 1970'de imalat kaynakları planlaması (MRP II) ve 1980'lerde kurumsal kaynak planlaması

(ERP) ve dünya çapında satın alma faaliyetleri ağırlık kazanmıştır. Aynı yıllarda uluslararası ticarete yaşanan gelişmeler küresel rekabeti beraberinde getirmiştir. 1990'lardan başlayarak 2000'li yılların başına kadar her alanda yaşanan gelişmeler, ekonomik savaşlar ve artan belirsizlikle beraber tedarik zinciri ve yönetiminin öneminin farkına varılmıştır (Erdal, 2014:6; Keskin, 2015:20).

Tedarik zinciri ile ilgili literatürün gelişiminde imalatçıların “üretim ve tedarik” ağırlıklı anlayışı ile hizmet sektörlerinin özellikle de perakendecilerin “lojistik” ağırlıklı anlayışı etkili olmuştur. Her iki anlayışın ortak noktası ise rekabet esaslı bileşenleri bünyelerinde barındırmalarıdır (Erdal, 2014:8). Başarılı bir TZY'nin işletmeye sağladığı faydaları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Güzel ve Demirdöğen, 2011):

- Teslimat performansının zaman ve doğruluk açısından iyileşmesi,
- Stokların azalması,
- Çevrim süresinin kısalması,
- Tahmin doğruluğunun artması,
- Zincir boyunca verimliliğin artması,
- Zincir boyunca maliyetlerin düşmesi,
- Kapasite kullanım oranlarının artmasıdır.

TZY'nin önemli aşamalarından bir tanesi de tedarikçi seçimidir. Klasik satınalma yaklaşımında hedef, işletmenin gereksinimi olan mal veya hizmetin kendisidir. Modern satın alımlarda ise, mal ve hizmetlerin hangi tedarikçilerden alınacağı yani hangi tedarikçinin seçileceği mal veya hizmetin kendisi kadar önemli bir konudur (Nebol, 2016: 267).

1.3. Tedarikçi Seçimi

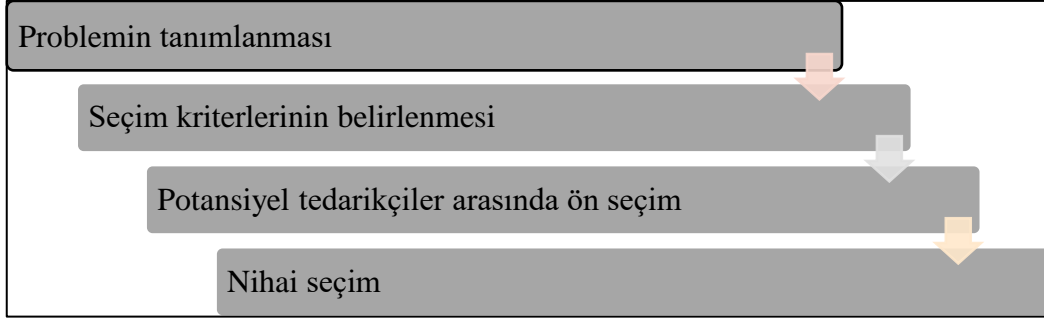
Günümüzde müşteri taleplerinde yaşanan artış, teknolojik ilerlemeler, her alanda yaşanan yenilik süreci, yoğun rekabet ve geleceğe dönük artan risk ve belirsizlikler işletmeleri pek çok yapısal değişime yönlendirmiştir (Akman ve Altan, 2006). Bu yapısal değişimlerden birisi de özellikle son 10 yılda giderek önemi artan tedarikçilere yönelik bakış açısıdır. İşletmeler tedarikçilerini artık sadece mal/hizmet sağlayan bir şirket olarak görmemekte, adeta stratejik bir iş ortağı olarak algılamaktadır (Göztepe, 2010). Bu çerçeveden hareketle, tedarik

zincirini oluşturan üyelerin işletmenin hedeflerine ulaşması amacıyla etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Zira, işletme başarısı tedarik zinciri üyelerinin performansından doğrudan etkilenmektedir (Fuh-Hwa ve Hai, 2005). Şu halde, geleceğe dönük sürdürülebilir iş ortaklığı ilişkisinin sağlanabilmesinde hangi tedarikçiyle çalışılacağı oldukça önemlidir (Özel ve Özyörük, 2007).

Tedarikçi seçimi, çok sayıdaki tedarikçi arasından işletme açısından önemli olan kriterler dikkate alınarak birçok yöneticinin karar verme aşamasında rol aldığı kritik ve zorlu bir süreçtir. Bir işletmenin maliyetinin büyük çoğunluğunu tedarikçilerden alınan ürünler/hizmetler oluşturmaktadır (Yıldız ve Yayla, 2013). Hammadde tedarik maliyeti ürün maliyetinin yaklaşık %70'ine, ileri teknoloji firmalarında ise %80'ine karşılık gelmektedir. İşletmelerin karlılığının artması ve rekabette fiyat açısından avantaj sağlanabilmesi için maliyetlerin azaltılması en önemli konudur (Demir ve Özçakar, 2010). Tedarikçilerin değişen şartlara uyum sağlayabilecek esneklikte oluşu işletmelerin piyasada karşılaştıkları taleplere olumlu yanıt vermesini kolaylaştırmaktadır (Eslamian ve Şengül, 2014). Bu durum işletmenin değişik özelliklere, fonksiyonlara ve tasarıma sahip ürünleri piyasaya sunması anlamına gelmektedir. Ayrıca piyasada aynı ürün/hizmeti sağlayan birçok tedarikçi vardır. Bir işletmenin pek çok tedarikçi ile çalışması operasyonlarını olumsuz etkilemektedir. Bunun yerine seçimle tedarikçi sayısının azaltılması ile işletme maliyet ve iş yükünü azaltma, daha kolay yönetilebilir bir tedarik zinciri oluşturabilmekte ve tedarikçilerle daha iyi ilişkiler kurabilmektedir (Kasapoğlu ve Umman, 2006; Öz ve Baykoç, 2004).

1.3.1. Tedarikçi Seçim Aşamaları

Tedarikçi seçim problemi, işletme için gerekli olan hammadde, yardımcı veya diğer malzemelerin istenilen özellikte ve uygun fiyatla kimden, hangi dönemlerde ve ne kadar alınacağı olarak tanımlanabilir (Kağnıcıoğlu, 2007:10). Tedarikçi seçimi problemi; problemin tanımlanması, seçim kriterlerinin tanımlanması, potansiyel tedarikçiler arasında ön değerlendirme yapılması ve nihai seçimin gerçekleştirilmesi olarak dört aşamada yapılmaktadır (Şekil 2) (Aissaoui, Haouari ve Hassini, 2007).



Şekil 2. Tedarikçi seçim aşamaları

Problemin tanımlanması: İşletme için problem; ileriye dönük hedef ve stratejilerini arzu ettiği şekilde gerçekleştirebilmesi için doğru tedarikçilerle çalışması zorunluluğudur. Doğru tedarikçi de ancak sistemli bir yaklaşım ile elde edilebilmektedir.

Seçim kriterlerinin belirlenmesi: Tedarik seçim süreci birçok faktörden etkilenmektedir. Tedarikçi seçiminde nitel ve nicel pek çok kriter söz konusudur. Seçim kriterleri işletme ve/veya sektöre göre değişebilmektedir. Bu kapsamda daha detaylı bilgi ilgili başlıkta açıklanmıştır.

Potansiyel tedarikçiler arasında ön seçim: Günümüz koşullarında aynı ürün/hizmeti sunan birçok tedarikçi vardır. Dolayısıyla işletmeler en zayıf ve verimsiz tedarikçileri eleyerek, en yüksek profile sahip az sayıda tedarikçi ile çalışmak istediklerinden aday tedarikçiler arasından farklı ölçütleri esas alarak bir ön seçim yapmaktadır.

Nihai seçim: İşletmenin amacı doğrultusunda seçtiği nitel ve nicel kriterleri en fazla karşılayan tedarikçi/tedarikçileri belirlemesidir.

Tedarikçi seçim probleminin iki türü vardır (Aissaoui vd., 2007). Bunlar;

Tek Kaynaktan Tedarik: İşletmenin belirlemiş olduğu kalite, fiyat, teslimat gibi seçim kriterleri tüm tedarikçiler tarafından karşılanmaktadır. Bu durumda işletme en iyi tedarikçiyi seçmeye çalışacaktır. Tek kaynaktan tedarik ile çalışmanın bazı avantajları vardır. Bunlar;

- İşletme ve tedarikçi arasında güçlü ve uzun süreli bir işbirliğine imkân sağlar,
- Fiyat istikrarı ve indirim gibi birim maliyet üzerine olumlu etki sağlar,
- Tedarik edilen ürün/hizmetle ilgili kalite sorunları azalır,

- Karşılıklı güven artar.

Buna karşın, tedarikçinin herhangi bir nedene bağlı olarak üretiminin aksamaması, finansal krize girmesi veya diğer sebeplerden ötürü siparişi karşılayamaması halinde işletme oldukça zor bir sürecin içerisine girmiş olacaktır. Bu nedenle bazı işletmeler çoklu kaynaktan tedarik stratejisini benimsemektedir.

Çoklu Kaynaktan Tedarik: Çoklu kaynaktan tedarikte tıpkı tek kaynaktan olduğu gibi işletmenin belirlemiş olduğu seçim kriterleri tüm tedarikçiler tarafından karşılanmaktadır. Fakat bu tedarik biçiminde bir tedarikçi ile değil birçok tedarikçi ile çalışılması yönünde karar verilmektedir. İşletme sipariş miktarı ve buna bağlı olarak bütçeyi tedarikçiler arasında belli oranda paylaşmaktadır. Bu sayede herhangi bir nedene bağlı olarak siparişi karşılayamayan bir tedarikçi olması durumunda yaşanacak olan tehlike ve risk boyutu minimize edilmektedir. Çoklu kaynaktan tedarikin sağladığı diğer avantajlar ise şunlardır:

- Tek bir işletmeye bağımlı olmamak,
- Tedarikçiler arasındaki rekabetten faydalanmak,
- Yüklü miktardaki siparişlerin teslimat hızını artırmak,
- Ödeme vadelerinde esneklik kazanmak

1.3.2. Tedarikçi Seçim Kriterleri

Tedarikçi değerlendirme sürecinde ilk aşama seçim kriterlerinin belirlenmesidir. Seçim kriterleri; tedarikçinin finansal gücü, yönetimi, teknolojik altyapısı, teknik kapasitesi, güvenilirlik, taşıma, satış sonrası hizmetler gibi konuları içeren nicel ve nitel ölçütlerden oluşmaktadır (Demir ve Özçakar, 2010). Tedarikçi seçim kriterleri her işletme veya sektör için farklılık gösterebilir. Bu yüzden elde edilecek sonuçların objektif bir şekilde değerlendirilebilmesi için tüm tedarikçileri kapsayacak ortak kriterlerin belirlenmesi önem arz etmektedir (Güner ve Mutlu, 2005). Tedarikçi seçim kriterleri ile ilgili en önemli çalışma Dickson tarafından yapılmıştır (Dickson, 1966). Çalışmada en önemli beş kriter olarak kalite, teslimat, tedarikçinin geçmiş performansı, tedarikçinin garanti politikaları ve üretim yetenekleri belirlenmiştir. Sonraki yıllarda da tedarikçi seçimi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Tablo 1’de 2010-2018 yılları arasında tedarikçi seçim kriterleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalar gösterilmiştir.

Tablo 1
2010-2018 Yılları Arasında Tedarikçi Seçim Kriterleri Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

No	Araştırmacı	Yıl	Sektör	Yöntem	Seçim Kriterleri												
					Maliyet	Teknik durum (bilgi, beceri ve teknoloji)	Kalite	Yönetim sistemi	Hizmet (esneklik, ödeme vb.)	Çevre ve hijyen bilinci	Tedarikçi profili	Teslimat	Tedarikçi ilişkileri (performans)	Tedarikçi üretim kapasitesi	Tedarikçi güvenilirliği	Tedarikçinin coğrafi konumu	Satış sonrası hizmet (servis ve garanti)
1	Deste ve Yurttaş	2018	Gıda	Ölçek	X		X		X	X							
2	Banaeian, Mobli, Fahimnia, Nielsen ve Omid	2018	Gıda	B TOPSIS-B VIKOR-B GİA	X		X			X		X					
3	Öztürk, Pekel ve Elevli	2018	İmalat (Kablo)	ANP-ELECTRE	X	X	X		X			X	X				
4	Özkır	2018	Otomotiv	B TOPSIS	X		X		X	X		X					
5	Supçiller ve Deligöz	2018	Tekstil	AHP-TOPSIS- VIKOR-SAW-GİA- MOORA- ELECTRE- BTOPSIS	X		X	X				X					
6	Aydın ve Eren	2018	Savunma Sanayi	AHP-TOPSIS	X	X	X					X					
7	Yerlikaya ve Arıkan	2017	Yüksek Teknoloji	AHP-TOPSIS	X	X	X	X									
8	Gümüş, Karabayır, Güler ve Arslan	2017	Turizm	AHP	X		X		X		X	X	X				
9	Acar ve Çapkın	2017	Otomotiv	ANP	X	X	X				X						
10	Denizhan, Yalçın ve Berber	2017	İmalat (Makine)	AHP-B AHP	X	X	X		X			X					

Tablo 1 (Devam)
2010-2018 Yılları Arasında Tedarikçi Seçim Kriterleri Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

11	Adalı ve Işık	2017	Tekstil	SWARA-WASPAS	X					X		X	X	X
12	Arslan ve Uysal	2017	İmalat (Ahşap)	ELECTRE	X					X				
13	Çelikkol	2017	Savunma sanayi	TOPSIS			X	X	X	X				X
14	Durmaz, Akagündüz ve Şahin	2017	İmalat	MOORA	X	X	X				X	X		
15	Saraçoğlu ve Dağistanlı	2017	İmalat	B AHP - VIKOR		X	X				X			X
16	Frej vd	2017	İmalat (Gıda)	FiTradeoff	X		X	X		X	X			
17	Ramlan, Bakar, Mahmud ve Ng	2016	İmalat (Gıda)	AHP	X		X	X		X	X			
18	Türkoğlu ve Aytekin	2016	Ambalaj	B AHP	X			X		X				
19	Özden ve Tamer	2016	Otomotiv	ANP			X	X		X	X			
20	Eren ve Özden	2016	İmalat (Gıda)	AHP-ANP- PROMETHEE- ELECTRE	X	X	X	X		X			X	X
21	Şenyiğit ve İkinci	2016	Kamu kuruluşu	HTEA-AHP	X		X			X	X			
22	Şen ve Demiral	2016	Kozmetik	GIA				X					X	
23	Tekez ve Bark	2016	İmalat (Mobilya)	B TOPSIS	X	X	X			X	X			X
24	Kargi	2016	Tekstil	B TOPSIS	X	X	X	X		X				
25	Özbek	2016	İmalat	ANP - B ANP - B VIKOR	X	X	X	X	X	X	X			X
26	Günay ve Ünal	2016	Telekomikasyon	AHP-TOPSIS	X	X	X	X	X	X				
27	Eray ve Tatar	2015	İnşaat	AHP-TOPSIS- PROMETHEE- ELECTRE- B AHP- B ELECTRE-B TOPSIS	X	X	X		X			X	X	X
28	Özer, Miman ve Taştan	2015	İmalat (Gıda)	İstatistiksel analiz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29	Candan ve Yazgan	2015	İlaç sanayi	AHP	X					X			X	
30	Tosun ve Akyüz	2015	İmalat	B TODIM	X	X	X			X	X			X
31	Şahin ve Supçiller	2015	İmalat	AHP - TOPSIS - K Ortalama	X		X			X				
32	Çetin ve Önder	2015	İmalat	ANP	X		X			X	X			
33	Asiabi, Yazıcılar ve Güzel	2015	Otomotiv	AHP - TOPSIS	X	X	X			X	X			

Tablo 1 (Devam)

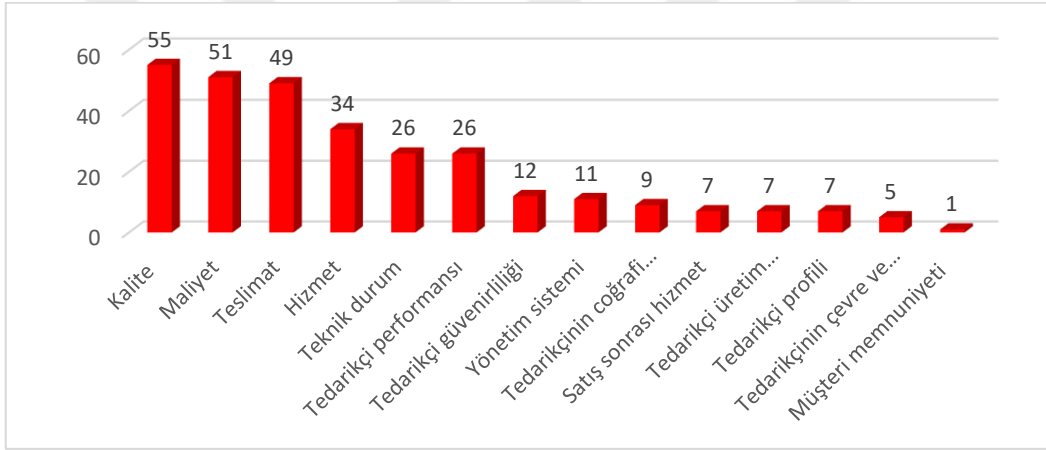
2010-2018 Yılları Arasında Tedarikçi Seçim Kriterleri Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

34	Özden ve Eren	2015	Otomotiv	AHP - HP			X	X		X	X		X	
35	Şimşek, Çatır ve Ömürbek	2015	Turizm	TOPSIS - MOORA	X		X	X		X	X			
36	Banaeian, Mobli, Nielsen ve Omid	2015	Gıda	AHP-DELPHI-B GİA	X		X	X	X					
37	Ar, Gökseken ve Tuncer	2015	İmalat (Kablo)	DEMATEL – ANP - VIKOR	X	X	X	X			X			
38	Güleş, Çağlıyan ve Şener	2014	Tekstil	AHP	X		X	X			X		X	
39	Keskin ve Demirbaş	2014	İmalat (Gıda)	Likert ölçek	X		X			X			X X	
40	Davras ve Karaatlı	2014	Turizm	AHP- B AHP	X		X	X		X			X	
41	Özçelik ve Atmaca	2014	Lojistik	MOORA	X		X	X		X		X	X	
42	Karaatlı ve Davras	2014	Turizm	AHP - HP	X		X	X		X			X	
43	Özbek	2014	İmalat	B ANP - VIKOR	X	X	X	X	X		X	X		X
44	Kapar	2013	İmalat	AHP	X	X	X	X	X		X			
45	Baynal ve Yüzügüllü	2013	İmalat	ANP	X	X	X	X		X	X	X		
46	Görener	2013	İmalat	B VIKOR	X	X	X	X	X		X			
47	Magdalena	2012	İmalat (Gıda)	B AHP			X		X		X	X		
48	Öztürk ve Başkaya	2012	İmalat (Gıda)	B AHP	X		X	X		X				
49	Tayyar	2012	Ambalaj	AHP-B TOPSIS	X		X	X		X	X		X	
50	Başkaya ve Avcı	2012	İmalat (Gıda)	B TOPSIS	X	X	X	X		X	X		X	
51	Akyüz	2012	Mobilya	B VIKOR	X	X	X			X	X		X	
52	Liao ve Kao	2012	İmalat (Gıda)	B TOPSIS			X			X	X	X	X	
53	Supçiller ve Çapraz	2011	İmalat	AHP - TOPSIS	X		X	X		X				
54	Öztürk, Erdoğan ve Arıkan	2011	Tekstil	AHP	X	X	X				X			
55	Özçakar ve Demir	2011	İmalat (Gıda)	B TOPSIS	X		X	X		X			X	
56	Arıkan ve Küçükçe	2011	Kamu kuruluşu	AHP - PROMETHEE		X	X			X	X	X	X	
57	Ni-di ve Ming-Xian	2010	İmalat (Gıda)	AHP	X		X	X		X				
58	Kazançoğlu ve Erhan	2010	Perakende	B AHP	X		X			X				
59	Özdemir	2010	Otomotiv	AHP	X	X	X	X		X	X		X	

B: Bulanık; M: Modifiye; ANP: Analitik Ağ Prosesi; AHP: Analitik Hiyerarşi Prosesi; SWARA: Kademeli Ağırlık Oran Değerlendirme Analizi; WASPAS: Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi; PSI: Tercih İndeksi Yöntemi; HTEA: Hata Türü ve Etkileri Analizi; DVR: Destek Vektör Regresyon; İDVR: İkiz Destek Vektör Regresyon; MOORA: Oran Metodu; SAW: Basit Toplamlı Ağırlıklandırma; GİA: Gri İlişkisel Analiz; HP: Hedef Programlama

Tablo 1 incelendiğinde en çok AHP, BTOPSIS, TOPSIS ve BAHP yöntemlerinin tercih edildiği anlaşılmaktadır. Bu yöntemleri ANP, ELECTRE, MOORA, VIKOR ve BVIKOR yöntemleri izlemektedir. Son sıralarda ise istatistiksel analiz, K Ortalaması ve DEMATEL gelmektedir. Gıda sektörü özelinde AHP, BTOPSIS, BAHP ve Ölçek analizi yöntemleri ön plana çıkmaktadır. BTODIM yönteminin tedarikçi seçimi problemine yönelik araştırmalarda fazla tercih edilmediği anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın temel bir amacı da literatürdeki bu boşluğu doldurma yönünde katkı sunmaktır.

Tablo 1'e göre tedarikçi seçim kriterlerini ana kriterler ve bu kriterleri oluşturan alt kriterler olarak ayırmak mümkündür. Araştırmalarda üzerinde en çok durulan kriterler Şekil 3'te, kısa açıklamaları ise Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Tedarikçi seçiminde üzerinde en çok durulan kriterler

Tedarikçi seçimine yönelik yapılan araştırmalarda sırasıyla kalite, maliyet ve teslimat kriterleri söz konusu problemin çözümünde dikkate alınan başlıca ve ortak kriterlerdir. Bu kriterleri, tedarikçinin işletmeye sağladığı ödeme kolaylığı gibi esneklikleri içeren hizmet kriteri ile tedarikçinin teknik durumu ve tedarikçinin siparişleri karşılama oranını gösteren tedarikçi performansı izlemektedir. Gıda sektörü özelinde yapılan çalışmalarda ise yine kalite, maliyet, teslimat ve hizmet kriterlerinin ön planda olduğu görülmektedir. Diğer kriterlerin pek çoğu işletmeler açısından önem derecesi değişebilen ve çoğu yine tedarikçinin profiline ait özelliklerdir. Bu kriterlerin öncelikleri işletmenin bulunduğu şartlara, karar vericilerin bilgi ve deneyimi gibi özelliklerine göre de değişkenlik göstermektedir.

Tablo 2
Tedarikçi Seçim Kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Kalite (K): Ürüne ait belirlenen teknik özelliklerin karşılanma düzeyidir.	K: Ürün kalitesi K2: Kalite belgeleri
Maliyet (M): Bir ürünün işletmeye olan maliyeti veya işletmenin tedarikçiye bir ürün için ödediği miktardır.	M1: Birim fiyat M2: Fiyat istikrarı M3: Fiyat iyileştirme çabaları
Hizmet (H): Tedarikçinin işletmeye sunduğu hizmetlerin toplamıdır.	H1: Ürüne yönelik değişim taleplerine uyum H2: Siparişe yönelik değişim taleplerine uyum H3: Acil durumlarda bilgi ve ürün sağlama H4: İletişim kolaylığı ve açıklık H5: Servis imkanı H6: Garanti politikası H7: İkili anlaşma H8: Ödemeye yönelik değişim taleplerine uyum H9: Müşteri ilişkileri
Teslimat (T): Ürünün doğru miktarda doğru yere ve doğru zamanda teslim edilmesidir.	T1: Teslim miktarına uyum T2: Teslim zamanına uyum T3: Teslimat hızı T4: Teslim şartlarındaki değişim taleplerine uyum T4: Nakliye aracı uygunluğu
Teknik Durum (TD): Tedarikçinin personel bilgi ve deneyimi ile birlikte sahip olduğu üretim kapasitesi ve teknolojik alt yapısıdır.	TD1: Personel sayısı ve yetkinliği TD2: Teknolojik alt yapı TD3: Araştırma geliştirme TD4: Üretim kapasitesi
Tedarikçi Genel Algı (TGA): Tedarikçi ile ilgili işletmede oluşan genel düşüncedir.	TGA1: Güvenirlilik TGA2: Sektör tecrübesi TGA3: Coğrafi konum TGA4: Profil TGA5: Referanslar TGA6: Yönetim sistemi TGA7: Finansal yeterlilik
Tedarikçi Denetim Performansı (TDP): İşletme ya da işletme adına yetkili kurum tarafından tedarikçinin düzenli periyotlarda yerinde denetlenmesidir.	TDP1: Denetim puanı
Çevre Bilinci (ÇB): Tedarikçinin yürüttüğü tüm faaliyetlerde toplum ve doğaya karşı tutumudur.	ÇB1: Geri dönüşüm ÇB2: Enerji tüketimi ÇB3: Atık yönetimi ÇB4: Yeşil lojistik ÇB5: Yeşil paketleme

İKİNCİ BÖLÜM

2. KARAR TEORİSİ, ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ VE BULANIK MANTIK

2.1. Karar Teorisi

Karar verme ile ilgili olarak farklı tanımlar yapılmıştır. Öztürk (2004:14), karar vermeyi; bir amaca ulaşabilmek için sahip olunan koşullara göre mümkün olabilecek çeşitli faaliyetlerden en uygun olanı seçme işlemi olarak; Kuruüzüm ve Atsan (2001:84) ise, hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi alanında seçeneklerden birinin kabul edilmesi olarak tanımlamıştır. İnsanlar yaşam boyunca belli konularda kararlar almak zorundadır. Tartışılarak ya da sorun çözme yoluyla ulaşılan kararlar genellikle değişmeyen kesin yargı hükümleridir (Tekeş, 2002:2).

Karar teorisi, karar verme işlemi analitik ve sistematik bir yaklaşımla ele almaktadır. Bu teoride kullanılan matematiksel modeller yöneticilere karar vermede yardımcı olmaktadır. Karar teorisine göre; iyi bir karar, mantıksal bir esasa dayanan sayısal bir yaklaşımla seçenekler arasından en iyi olanın seçimi; kötü bir karar ise; mantıksal bir esasa dayanmaksızın sübjektif bir yaklaşımla tüm seçeneklerin dikkate alınmadığı bir karardır (Tekin, 2004:18).

Burada yaşam boyunca karşılaşılan her sorunun bir karar verme problemi olduğu anlamına gelmediği de vurgulanmalıdır. Demir, Bircan ve Tütek (1985:82), bir sorunun karar verme problemi olarak adlandırılabilmesi için aşağıdaki özellikleri taşıması gerektiğini ifade etmişlerdir.

- Birden fazla davranış yollarının bulunması,
- Her bir davranış biçiminin sonuçlarının farklı olması,
- Gerçekleştirilmesi istenen amaçların olması.

Problemin başarıyla çözüme kavuşturulması için verilecek olan kararın çeşitli aşamalardan geçerek oluşan bir süreç olduğu unutulmamalıdır. Bu süreç verilecek kararın niteliğine göre değişmekle birlikte ancak belli zaman dilimi

içerisinde gerçekleşebilecek bir olgudur (Yaralıoğlu 2010:3). Karar verme süreci ve temel aşamaları araştırmacılara göre farklılık gösterebilmektedir.

Tekin (2004:20), karar verme sürecini oluşturan temel aşamaları şu şekilde tanımlamıştır:

- Problemin farkına varma
- Problemin belirlenmesi ve tanımlanması
- Alternatiflerin belirlenmesi
- En iyi alternatifin belirlenmesi
- Kararın değerlendirilmesi

Yukarıda tanımlanan karar verme eylemi temel aşamalarının tamamının ya da hangilerinin kullanılacağı problemin konusu ve karmaşıklığına göre değişkenlik göstermektedir. Çünkü karar verme eylemi doğa koşulları, hedefler, kriterler, alternatifler, karar vericilerin sosyo-demografik özellikleri ve karar çevresi gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Sezen, 2004:4; Tekin, 2004:33). Bu aşamada karar modellerine de kısaca değinmek faydalı olacaktır.

2.2. Karar Verme Modelleri

Belirlilik altında karar verme: Karar verici, karar verme eyleminin sonucuna etki edecek tüm bilgilere sahiptir yani ortaya çıkacak beklenen olayın olasılığı bir (1)'dir (Öztürk, 2004:16). Dolayısıyla karar verici olası sonuçları bilerek kendisine en yüksek faydayı sağlayan alternatifini seçer. Günümüzde tüm bilgilerin bilinmesi çok karşılaşılan bir durum olmadığından bu tür kararlara az rastlanmaktadır. Ayrıca bilindiği kabul edilen seçeneklerin eksik ya da hatalı olması da doğru karar vermeyi engellemektedir (Yozgat, 1990: 21).

Belirsizlik altında karar verme: Belirsizlik altında karar verme en yaygın ve en zor karar verme durumudur. Bu model, ortaya çıkması beklenen olayların veya bu olayların gerçekleşme olasılıklarının belirlenemediği durumlardır (Tekin, 2004: 23). Günümüz şartlarında karar vericiler genel olarak belirsizlik ortamında karar vermektedirler. Belirsizlik altında karar veren karar verici, geçmişe ait istatistikî verilerin azlığı, deneyim eksikliği, probleme ilişkin bilgilerin kısıtlı oluşu gibi nedenlerden dolayı oldukça zorlanmaktadır (Engelkırın, 2001: 28). Şu halde olayın sonuçları ile ilgili bugün ve geleceğe dönük olarak olasılıkların tam olarak tahmin

edilemediği bir durum ortaya çıkmaktadır. Böyle durumlarda karar verici mevcut bilgiler ışığında karar vermek zorunda kalmaktadır (Lin, Tan ve Hsien, 2005: 490). Bu çalışma kapsamında kullanılacak olan bulanık mantık belirsizlik altında karar verme modeli içerisinde yer almaktadır. Bulanık mantık, ilgili başlık altında etraflıca açıklanmıştır.

Risk altında karar verme: Her kararın ortaya çıkışını etkileyen koşullar, her koşulun gerçekleşmesini sağlayan olasılıklar söz konusudur. Böylesi bir durum riskli bir ortam olarak adlandırılmaktadır. Risk altında verilen kararların sonuçları bilinmediğinden karar vericinin uygulayacağı çeşitli hesaplamalarla en uygun karar verilmiş olmaktadır (Öztürk, 2004:16; Tekin, 2004:28). Belirsizlik ve risk altında karar verme arasındaki temel fark, olaylara bağlı olasılıkların bilinemediği veya belirlenemediği durumlar belirsizlik olarak; söz konusu olasılıklara ilişkin atamaların yapılabildiği durumların ise riskli ortam olarak kabul edilmesidir (Tütek ve Gümüšoğlu, 2000: 66).

Kısmi bilgi altında karar verme: Karar vericinin gelecekte doğabilecek durumlar hakkında tam olarak bilgiye sahip olmaması buna karşın çeşitli tekniklerden faydalanarak (simülasyon, anketler, pazar araştırmaları, uzman görüşleri vb.) kendisine ek kısmi bilgiler elde etmesiyle ulaşılan karar verme durumudur (Ulucan, 2004: 323).

Rekabet altında karar verme: Artan çeşitlilik ve pazarın büyümesi sektöre yeni işletmelerin girmesine neden olmuş ve dünya ekonomisi yeniden şekillenmeye başlamıştır. Mevcut işletmelerin, sektöre yeni giren işletmelere kendi pazar paylarını kaptırmaması ve karlarını koruyabilmesi bugün her zamankinden daha zor hale gelmiştir. Tüm bu olgulardan dolayı yeni ekonomik düzende işletmeler kıyasıya rekabet halindedir (Başaran, 2016). Burada birden çok karar verici vardır. Bu yüzden bu karar durumu “oyun” olarak bilinmektedir ve “oyun kuramı” çerçevesinde ele alınmaktadır. Böylesi bir ortamda karar vericiler rakiplerinin her davranışını takip etmek zorunda kalmaktadırlar (Sezen, 2004: 5).

Yukarıda bahsedilen karar verme tiplerinden hangisinin kullanılacağı şüphesiz karar vericinin inisiyatifindedir. Karar verici probleme özel çözüm geliştirmek ve buna bağlı olarak karar vermek zorundadır. Karar verme sürecinin güvenilir ve geçerli sonuçlarını en hızlı sağlayabilecek analitik yöntemlerin

kullanılması tüm paydaşlar için en akılcı çözümdür (Erokutan ve İpçioğlu, 2016). Karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan en yaygın bilimsel yaklaşım ÇKKV yöntemleridir (Soner ve Önüt, 2006).

2.3. Çok Kriterli Karar Verme

ÇKKV, karar vericiler tarafından seçilen en az iki kritere göre alternatiflerin avantaj ve dezavantajlarını birlikte değerlendirebilen analitik bir yöntem topluluğudur (Hsieh, Lu ve Tzieng, 2004). ÇKKV yöntemlerinin temel amacı; çoklu ve birbirleriyle çelişen kriterlerin oluşturduğu karmaşık yapı içinde, bilgiyi organize ederek sistematik bir sentez oluşturmak, alternatifler arasında en iyiyi seçmek ve bu sayede karar vericilerin zamanı daha etkin kullanabilmelerini ve kendilerini daha güvenli ve rahat hissetmelerini sağlamaktır (Ballı, 2005; Belton ve Steward, 2002: 2; Saaty, 2005:74).

Geçmişte “karar vermede” karar vericilerin tecrübeleri referans alınırken günümüzde bilimsel yöntemleri kullanarak daha hızlı ve etkin kararlar verilebilmektedir (Genç, 2009: 75). Karar vermede problemlerin temeli çok sayıda kriterin bulunmasıyla açıklanmaktadır. Söz konusu kriterlerin amaç doğrultusunda düzenlenmesi ve değerlendirilmesi kriterlerin içerik özellikleri itibarıyla çok kolay yapılamamaktadır. Örneğin kriterlerin birbirleriyle çelişiyor olması karar probleminin karmaşıklığını arttırmaktadır. Bu durumda hangi kriterin öncelikli olacağı sorusu akla gelmekte veya kriterlerin birbirleriyle olan benzerliği hangi kriterin seçilmesi gerektiği problemini ortaya çıkarmaktadır. Böylesi durumlarda kriterlerin üstün ya da zayıf özellikleri dikkate alınarak optimal bir karar alma yoluna gidilebilmektedir.

ÇKKV problemleri üç başlık altında toplanabilir (Aktaş, Doğanay, Gökmen ve Türen, 2015: 181; Soner ve Önüt, 2006: 111; Vassilev vd. 2005:4). Bunlar;

i.Seçim Problemi: Çok sayıdaki alternatifin bulunduğu veya alternatiflerin zor ve eşit ağırlıktaki bir kümeden seçilmesi durumudur. İmalat sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin miktar ve son özelliklerine etkisi bakımından nihai ürün için vazgeçilmez olan bir hammaddeyi sağlayan tedarikçiler arasından doğru seçimi yapmak bu duruma örnek gösterilebilir.

ii.Sınıflama Problemi: Karar vericinin amaç doğrultusunda belirlediği kriterler esas alınarak benzer özelliklere sahip alternatiflerin sınıflandırılması ve/veya gruplara ayrılmasıdır.

iii.Sıralama Problemi: Karar vericinin çeşitli nitel ve nicel ölçütleri kullanarak alternatifleri iyiden kötüye doğru sıralamasıdır.

Literatürde personel seçimi, makine seçimi ve tedarikçi seçimi gibi problemlerin çözümünde kullanılan birçok ÇKKV yöntemi vardır. Karar problemlerinin amacına, karara etki eden nitel/nicel kriterler ve karar vericilerin tercihlerine bağlı olarak farklı ÇKKV yöntemleri tercih edilebilmektedir (Aktaş vd. 2015: 191). ÇKKV yöntemlerinin hiçbirisi diğerine göre tam olarak üstünlük sağlayamamaktadır (Aytürk, 2006). Bu yöntemlerin ortak avantajı nicel ve nitel bir çok kriteri aynı anda değerlendirme imkanı vermesi ve yöneticilere karar vermede yardımcı olmalarıdır.

2.4. Bulanık Mantık

Günümüzde ihtiyaçlara çözüm üretebilmek için birçok matematiksel model oluşturulmuştur. Bu modeller kesin sınırları olan ve rahatlıkla uygulanabilen çeşitli yöntemlerden oluşmaktadır. Fakat gerçek yaşam birçok belirsizliği içinde barındıran karmaşık bir yapı olduğundan kesin matematiksel modellerle açıklanabilmesi mümkün değildir (Keskenler ve Keskenler, 2017). Bu çıkmaz içinde insanoğlu, eksik ve belirsiz veriler ışığında olayları yaklaşık olarak kavramaya çalışmaktadır. Genel olarak karmaşıklık ve belirsizlik gibi kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilmektedir. Bu tür bulanık kaynaklara dayanarak tutarlı ve doğru kararlar vermeyi sağlayan matematiksel modeller ise bulanık modeller olarak adlandırılmaktadır (Aslan ve Gümüšoğlu, 2009).

Bulanık mantık kavramı ilk kez Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atılmıştır. Zadeh, gerçek dünya sorunları ne kadar derinlemesine incelenirse çözümün bir o kadar bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Bulanık mantık ilk ortaya atıldığı yıllarda Batı dünyasında kuşkuyla karşılanmıştır. Fakat 1970'li yıllarda Japonya'da bulanık mantık kullanılarak gerçekleştirilen teknolojik

uygulamalar neticesinde bu algı pozitif yönde değişmeye başlamıştır (Keskenler ve Keskenler, 2017).

Bulanık mantık, klasik mantığın kullandığı iki seviyeli işlemlerin yerine çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır. Örneğin bulanık mantık; açık-kapalı, sıcak-soğuk, yanlış-doğru, az-çok gibi kesin olan değişkenlerin yanı sıra az açık, az kapalı, serin, ılık, kısmen yanlış, kısmen doğru ve biraz gibi sözel dile uygun değişkenleri de göz önüne alarak çok değerli sonuçlar üretmektedir. Bir başka deyişle bulanık mantık, 0 ve 1 olarak tanımlanan kesin bilgilerin yanı sıra 0.4, 0.85 gibi ara değerlerle işlem yapmaya da olanak tanımaktadır (Karakaşoğlu ve Ertuğrul, 2008).

Zadeh, bulanık mantık ilkelerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir (Keskenler ve Keskenler, 2017).

- Bulanık mantıkta kesin belli olan değerler yerine yaklaşık değer kullanılır.
- Bulanık mantık için bilgi çok az, az, küçük, büyük şeklinde dilsel ifadeler ile tanımlanır.
- Bulanık mantıkta tüm değerler [0-1] aralığında bir üyelik derecesi ile gösterilir.
- Her mantıksal ifade bulanık ifadeye dönüştürülebilir.
- Matematiksel modeli çok karmaşık ve zor olan sistemler için bulanık mantık uygun bir yöntemdir.

Bulanık mantık, günümüzde yeterli bilginin olmadığı karmaşık olaylara getirdiği kolay ve kullanışlı çözümler sayesinde sosyal, fen, sağlık gibi birçok disiplinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bulanık mantığın uygulandığı alanlara; el yazısı, karakter ve nesne tanıma, robotların, füzelerin, elektrikli süpürgelerin ve araç süspansiyonlarının kontrol edilmesi, metroların işleyişi, çamaşır makinelerinin, televizyonların, kameraların, buzdolaplarının, su ısıtıcılarının, asansörlerin, klimaların, emniyet fren sistemlerinin, trafik lambalarının, otomobil motorlarının programlanması gibi örnekler verilebilir (Keskenler ve Keskenler, 2017).

2.4.1. Bulanık Küme Teorisi

Klasik (kesin-crisp) küme teorisinde belirli bir kümeye dahil olan elemanlar üyeler şeklinde; belirli bir kümeye dahil olmayan elemanlar ise üye olmayanlar şeklinde iki gruba ayrılmakta ve aralarında keskin bir ayrım bulunmaktadır. Klasik kümelerde üyelik karakteristik fonksiyon ile ifade edilmektedir. X , elemanları x olan bir uzay kümesi olsun. Bu elemanların X 'in bir alt kümesi olan A kümesine ait üyeliklerini gösteren karakteristik fonksiyon aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Dubois ve Prade, 1980):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{eger } x \in A \\ 0 & \text{eger } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

Günlük hayatta karşılaşılan problemlerin klasik kümeler ile ifade edilmesinde aşağıda belirtilen zorluklar bulunmaktadır (Zimmermann, 1996).

- Gerçek durumlar çoğu zaman deterministik değildir ve kesin sınır çizgileriyle tanımlanamazlar.
- Gerçek sistemlerin tam ve eksiksiz tanımlanması, insanların eşzamanlı olarak kavrayabileceğinden çok daha fazla ve detaylı bilgiyi gerektirmektedir.

Buna örnek olarak, uzun boylu insanlar kümesi verilebilir. Uzun boy kavramı kültürden kültüre değişiklik göstermekle birlikte 180 cm ve üzerindeki insanlar uzun boylu, 160 cm ile 180 cm arasındaki insanlar ise uzun boylu olmayan şeklinde kabul edildiğinde bu kümenin karakteristik fonksiyonu aşağıda gösterildiği gibidir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{eger } x \geq 180 \\ 0 & \text{eger } 160 \leq x < 180 \end{cases}$$

Klasik küme teorisine göre 160 cm ile 179 cm uzunluğundaki iki kişi de uzun olmayan kategorisinde yer almaktadır. Aynı şekilde 180 cm ve 200 cm uzunluğundaki iki insan da aralarındaki 20 cm'lik farka rağmen aynı kategoride sınıflandırılmaktadır. Bununla birlikte, 179 cm ile 180 cm uzunlukları aynı kümeye

dâhil edilememektedir. Bu örnekteki uzun boylu insanlar tanımı derecelendirmeye izin vermediği için tatmin edici sonuçlar vermemiştir (Bojadziev ve Bojadziev, 2007).

Klasik kümelerin aksine, bulanık kümelerde kesin sınırlar bulunmamakta ve her bir nesneye $[0,1]$ aralığında değişen üyelik değerleri atanarak kısmi (tikel) üyeliğe olanak tanınmaktadır. Buna göre klasik mantıkta geçerli olan üçüncünün olmazlığı ve çelişmezlik ilkeleri bulanık mantıkta geçerliliğini yitirmektedir. Üyelik değerleri nesnelerin bulanık kümeye aitlik derecesini göstermektedir. Bulanık kümelerde nesnelerin küme üyelikleri karakteristik fonksiyon yerine üyelik fonksiyonu ile ifade edilmektedir. X evrensel kümesinde bir \tilde{A} bulanık kümesi tanımlandığında bu bulanık kümede yer alan x elemanın üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ile gösterilmektedir. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 'in değeri 1'e yaklaştıkça x elemanın \tilde{A} kümesine aitliği artmakta, "0" değerine yaklaştıkça da azalmaktadır (Zadeh, 1965). \tilde{A} bulanık kümesine ait notasyon aşağıda gösterilmektedir.

$$\tilde{A} = \left\{ \left(x, \mu_{\tilde{A}}(x) \right) \mid x \in X, \mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1] \right\} \quad (2)$$

Evrensel küme X kesikli bir küme $\{x_1, \dots, x_n\}$ olduğunda \tilde{A} bulanık kümesi,

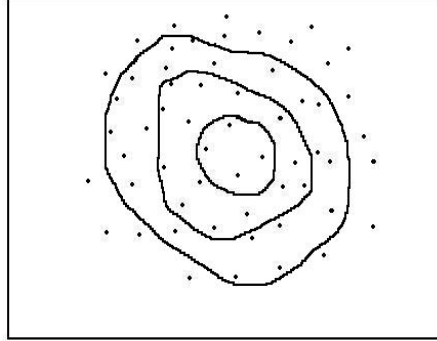
$$\tilde{A} = \mu_{\tilde{A}}(x_1)/x_1 + \dots + (x_n)/x_n = \sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}}(x_i)/x_i \quad (3)$$

şeklinde ifade edilmektedir. X kümesinin sürekli olması durumundaysa \tilde{A} bulanık kümesi aşağıdaki eşitlikle gösterilmektedir.

$$\tilde{A} = \int_x \mu_{\tilde{A}}(x)/x \quad (4)$$

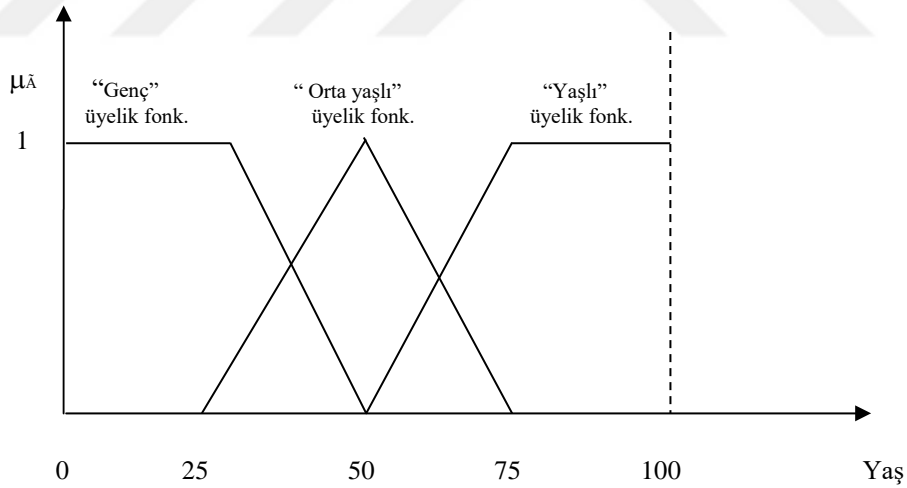
Eşitlik (3) ve (4)'te yer alan \sum ve \int işaretleri klasik toplama ve integral işlemlerini değil, küme elemanlarının üyelik değerleri topluluğunu ifade etmektedir (Ross, 2010). Üyelik fonksiyonlarının grafik gösterimi genellikle ideal gösterim şekli olan düz çizgilerle yapılmaktadır. Gerçek hayat uygulamalarında üyelik değerleri Şekil 4'de gösterildiği gibi dağınık-bulutlar (scattered-clouds) şeklinde

ortaya çıksa da daha sonra üçgensel, yamuk veya Gaussian gibi üyelik fonksiyonlarına normalize edilmektedirler (Özkan, 2003).



Şekil 4. Bulanık küme durumu

Üyelik fonksiyonu grafiğinde yatay eksen küme elemanlarını, dikey eksen de elemanların üyelik derecelerini gösterir. Şekil 5'te örnek olarak “genç”, “orta yaşlı” ve “yaşlı” insanları kapsayan bulanık kümeler gösterilmektedir (Çelikyılmaz ve Türksen, 2009).



Şekil 5. “Genç”, “Orta Yaşlı” ve “Yaşlı” üyelik fonksiyonu

Grafikte yatay eksen de insanların yaşı gösterilirken dikey eksen de insanların hangi dereceye kadar genç, orta yaşlı ve yaşlı kümelerine dâhil edileceği gösterilmektedir. Buna göre 1-25 yaş arasındaki kişiler genç olarak tanımlanmış ve bu kişilere “1” üyelik değeri atanmıştır. 26-49 yaş aralığındaki kişilerin “genç”

bulanık kümesine üyelik dereceleri gittikçe azalırken, orta yaşlı bulanık kümesine üyelik dereceleri aynı oranda artmaktadır. Aynı şekilde 50-74 yaş arasındakilerin “orta yaşlı” kümesine üyelikleri azalırken, “yaşlı” kümesine üyelik dereceleri artmaktadır. 75-100 yaş aralığındakiler ise “1” üyelik değerine sahip olup, yaşlı kümesinde yer almaktadırlar.

Üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasında izlenen temel yaklaşım günümüzde birçok bulanık mantık uygulayıcısının yaptığı gibi konu hakkında uzman kişilerden bilgi alarak düzenleme yapmaktır. Bunun dışında tamamen eldeki verileri kullanarak ya da sistem performansından gelen geri bildirimlerden yararlanarak fonksiyon oluşturmak diğer alternatif yöntemlerdir (Cerit, 2011).

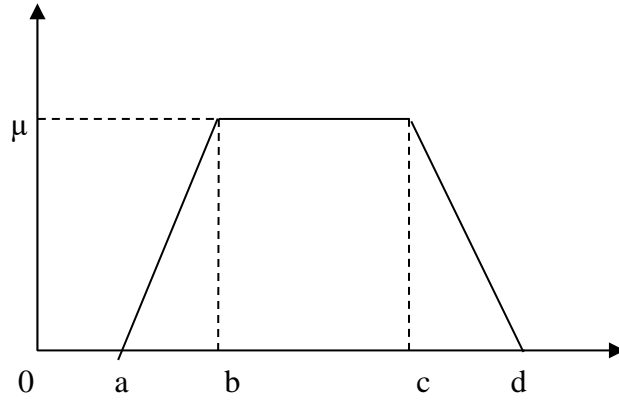
2.4.1.1. Üyelik Fonksiyonu Tipleri

Literatürde, ele alınan problemin türüne göre farklı üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır. Uygulamada en fazla kullanılan üyelik fonksiyonu tipleri üçgensel, yamuk, Gaussian, S tipi, çan eğrisi ve Π tipi fonksiyonlardır. Aşağıda, hesaplamadaki basitliği ve etkinliği nedeniyle literatürde en sık kullanılan yamuk ve üçgensel üyelik fonksiyonları tanıtılmaktadır.

2.4.1.1.1. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Gerçek sayılar kümesinde tanımlı olan yamuk üyelik fonksiyonu (a,b,c,d) gibi dört parametre kullanılarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Bojadziev ve Bojadziev, 2007).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \text{ için} \\ 1 & b \leq x \leq c \text{ için} \\ \frac{x-d}{c-d} & c \leq x \leq d \text{ için} \\ 0 & x < a \text{ veya } x > d \text{ için} \end{cases} \quad (5)$$

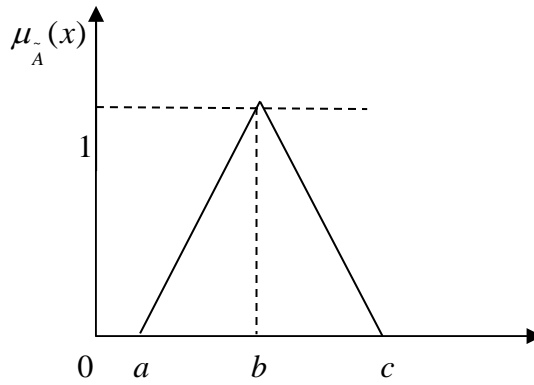


Şekil 6. Yamuk üyelik fonksiyonu

2.4.1.1.2. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Gerçek sayılar kümesinde tanımlı olan ve yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumu olan üçgen üyelik fonksiyonuna ait notasyon ve grafiksel gösterim aşağıdaki gibidir (Chen ve Wang, 2009).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \text{ için} \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 \leq x \leq a_3 \text{ için} \\ 0 & x < a_1 \text{ veya } x > a_3 \text{ için} \end{cases} \quad (6)$$



Şekil 7. Üçgen üyelik fonksiyonu

2.4.2. Bulanık Sayılar

Gerçek sayılar kümesi R 'de tanımlı \tilde{A} bulanık kümesi aşağıda belirtilen özellikleri sağladığında bulanık sayı olarak tanımlanmaktadır (Özkan, 2003).

- Normal ve dışbükey bir üyelik fonksiyonuna sahip olmalıdır.
- Destek kümesi sınırlı olmalıdır. ($\alpha \in (0,1]$).
- Her bir α -kesim kümesi gerçek sayı doğrusunun kapalı bir aralığında tanımlanmalıdır.

Bir bulanık sayı bulanık kümelerin özel bir durumu olduğundan bulanık kümelerde olduğu gibi üyelik fonksiyonu ile tanımlanır. Bu nedenle literatürde üyelik fonksiyonu tipi kadar bulanık sayı çeşidi bulunmakla beraber uygulamada üçgen ve yamuk bulanık sayılar diğerlerine göre daha çok tercih edilmektedir (Baykal ve Beyan, 2004).

2.4.2.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler

Burada uygulamada en sık tercih edilen bulanık sayılar olan üçgen bulanık sayılar (ÜBS) için temel aritmetik işlemler gösterilecektir. İki pozitif bulanık sayı A ve B , $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ şeklinde tanımlandığında bu ÜBS'ler için temel işlemler Tablo 3'te gösterildiği şekilde gerçekleştirilmektedir.

Tablo 3
ÜBS'ler İçin Temel Aritmetik İşlemler

Toplama ($\tilde{A} \oplus \tilde{B}$)	$(a_1, a_2, a_3) + (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$
Çıkarma ($\tilde{A} - \tilde{B}$)	$(a_1, a_2, a_3) - (b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)$
Çarpım ($\tilde{A} \otimes B$)	$(a_1, a_2, a_3) \otimes (b_1, b_2, b_3) = (a_1 * b_1, a_2 * b_2, a_3 * b_3)$
Sayı ile çarpım ($\tilde{A} \otimes k$)	$(a_1, a_2, a_3) \otimes (k) = (a_1 * k, a_2 * k, a_3 * k)$
Bölme işlemi ($\tilde{A} \div \tilde{B}$)	$(a_1, a_2, a_3) \div (b_1, b_2, b_3) = (a_1 / b_3, a_2 / b_2, a_3 / b_1)$
Ters işlem (\tilde{A}^{-1})	$(a_1, a_2, a_3)^{-1} \approx (1 / a_3, 1 / a_2, 1 / a_1)$

2.4.3. Bulanık Mantık Yaklaşımının Avantaj ve Dezavantajları

Bulanık mantık yaklaşımının klasik yaklaşımlara göre avantaj ve dezavantajlı yönleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Elmas, 2003).

Bulanık mantık yaklaşımının avantajları:

- Günümüzde denetim işlemlerinin çoğunlukla dilsel değişkenlerle yapılması bulanık mantığın en önemli avantajıdır.
- Bulanık mantık yaklaşımı, matematiksel modele ihtiyaç duymadığından matematiksel olarak modellenemeyen veya çok zor modellenen, dinamik ve doğrusal olmayan sistemlerde başarılı şekilde kullanılmaktadır.
- Bulanık mantık belirsiz ve eksik verilere göre işlem yapabilmektedir.
- Geniş bir alana yayılmış verilerin kullanıldığı uygulamalarda az sayıda üyelik fonksiyonu yardımıyla hızlı bir şekilde sonuç alınabilmektedir.
- İnsan düşünüş tarzını yansıtan en uygun yaklaşım olduğundan gerçek hayat problemlerini sayısal olarak modellemede klasik yaklaşımlara göre daha üstündür.

Bulanık mantık yaklaşımının dezavantajları:

- Bulanık mantığın temel sorunu, sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında evrensel bir yöntemin olmayışıdır. Uygulamada bulanık çıkarım kurallarını tanımlamak kolay olmadığından mutlaka uzman görüş ve deneyimlerine başvurulması gerekmektedir.
- Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde mutlak sonuç veren bir yöntem bulunmadığından deneme-yanılma yöntemi kullanılmaktadır. Deneme-yanılma yöntemiyle sonuç almak ise bazen çok uzun sürmektedir.
- Uzun uğraşlar sonucu elde edilen üyelik fonksiyonları sisteme özel olduğundan başka sistemlere adapte edilmeleri çok zordur.

Bu çalışmada sonuçların doğruluğunu ve kalitesini arttırmak amacıyla TODIM yöntemine bulanık mantık uygulanarak tedarikçi seçimi yapılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULANIK TODİM YÖNTEMİ

3.1. Bulanık TODİM Yöntemi ve Önceki Çalışmalar

Orijinali Portekizce olan ve Türkçe'ye "İteratif Çok Kriterli Karar Verme" şeklinde çevrilen (Tomada de Decisão Iterativa Multicritério-TODİM) yöntemi Gomes ve Lima (1992a,b) tarafından literatüre kazandırılan bir ÇKKV tekniğidir. Bir davranışsal karar teorisi olan beklenti teorisi (prospect theory)'ne dayanan TODİM yönteminde, ÇKKV probleminde yer alan alternatifler arasında bir sıralama elde etmek amaçlanmaktadır. TODİM, riskli koşullar altında karar vermeye ilişkin bilimsel bir yöntem olup, yöntemde değer fonksiyonunun biçimi beklenti teorisinin kayıp ve kazanç fonksiyonuyla benzerdir. Bu fonksiyon referans kriterinin seçimi veya riskten kaçınma gibi karar vericilerin davranışsal özelliklerini yansıtır ve alternatiflerin birbirlerine göre baskınlık derecelerini gösterir. Global değer fonksiyonu tüm karar kriterlerine göre kazanç ve kayıpları birleştirir ve alternatifleri sıralamaya olanak tanır (Khamseh ve Mahmoodi, 2014). TODİM tekniği niceliksel verilerle birlikte, dilsel değişkenlerle ifade edilen niteliksel verilerin kullanımına da olanak tanıyan bir yöntemdir. Belirsizliğin varlığı karar verme sürecinin etkinliğini etkilediğinden bu dezavantajı azaltmak için bulanık mantık uygulanmalıdır.

Literatürde seçim problemlerinde TODİM yönteminin bulanık teori ile birlikte kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin; Krohling ve Souza (2012) klasik TODİM yöntemini yamuk bulanık sayılar kullanarak bulanık ortamlar için genişlettiği çalışmada denize petrol sızıntısı problemini ele almışlardır. Ramooshjan vd. (2015), bir bankanın şube yeri seçiminde BTODİM yöntemini uygulamışlardır. Xu, Wang ve To (2013) karmaşık ve doğrusal olmayan karar problemleri için iki-aşamalı çok amaçlı melez bir model önermişlerdir. Simülasyon, bulanık programlama ve BTODİM yöntemlerinin bütünlük kullanıldığı çalışmada en uygun yeşil bina yapım teknolojisi seçim problemi

incelenmiştir. Fan, Zhang, Chen ve Liu (2013) tarafından önerilen iki aşamalı modelin ilk aşamasında kesin, aralık ve bulanık sayılar kümülatif dağılım fonksiyonuna sahip rassal değişkenlerle ifade edilmiştir. Modelin ikinci aşamasında ise klasik TODIM yönteminin kavramları kullanılarak kazanç ve kayıp matrisleri hesaplanmıştır. Tosun ve Akyüz (2015) BTODIM yöntemiyle bir mobilya imalat fabrikası için ambalaj tedarikçisi seçim problemini çözümlenmişlerdir. Li, Wung, Zhang ve You (2015) tarafından en iyi distribütör firmasının seçimi amacıyla sezgisel bulanık sayıların kullanıldığı bir BTODIM yöntemi önerilmiştir. Wei vd. (2015) kararsız (hesitant) bulanık sayılar içeren karar problemleri için geliştirdikleri BTODIM yöntemiyle en uygun telekom hizmetleri tedarikçisi seçimi uygulaması gerçekleştirmişlerdir.

3.2. Bulanık TODIM Yönteminin Uygulama Adımları

Bu çalışmanın uygulama kısmında kullanılacak olan BTODIM yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Zhang ve Fan, 2011; Fan vd. 2013).

Aşama 1. A_i i . alternatifi göstermek üzere $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ($i=1, 2, \dots, m$) sonlu alternatif kümesi; C_j j . kriteri göstermek üzere $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ($j=1, 2, \dots, n$) sonlu kriter kümesi olsun. $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ ise $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ ve $0 \leq w_j \leq 1$ kısıtları altında bir ağırlık vektörü olsun. Burada w_j , C_j kriterinin önem ağırlığını göstermektedir. Karar vericiler dilsel değişkenleri kullanarak karar kriterlerinin önem düzeyini belirlerler ve bu kriterlere göre adayları değerlendirirler. Değerlendirmede kullanılan dilsel değişkenler ile bu değişkenlerin ÜBS olarak BTODIM’de ki karşılıkları Tablo 4’teki gibidir.

Tablo 4
Kriter Ağırlıkları İçin Kullanılan Değişkenler

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0.00, 0.00, 0.25)
Düşük (D)	(0.00, 0.25, 0.50)
Orta (O)	(0.25, 0.50, 0.75)
Yüksek (Y)	(0.50, 0.75, 1.00)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.75, 1.00, 1.00)

BTODIM yönteminde hesaplanan bulanık kriter ağırlıklarının bulanıklıktan kurtarılarak, başka bir deyişle durulaştırılarak en iyi bulanık olmayan performans değeri (BNP-Best Nonfuzzy Performance Values) hesaplanmaktadır. Bu amaçla basit ve pratik bir yöntem olduğu için literatürde sıklıkla tercih edilen Alan merkezi metodu (COA = Centre of area) kullanılmıştır. (l, m, u) ile ifade edilen bir ÜBS için BNP değeri aşağıda gösterilen formülle hesaplanır (Chang vd. 2009):

$$BNP = d(\tilde{D}_i) = l_i + \frac{(m_i - l_i) + (u_i - l_i)}{3} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

Aşama 2. Alternatiflerin diğer alternatiflere göre kazanç ve kayıplarının hesaplanması için ilk olarak alternatiflerin kriter skorları ikili olarak karşılaştırılır. Bu amaçla Tablo 5'deki dilsel değişkenler kullanılabilir.

Tablo 5
Alternatiflerin Derecelendirilmesi İçin Kullanılan Değişkenler

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Kötü (ÇK)	(0.00, 0.00, 2.50)
Kötü (K)	(0.00, 2.50, 5.00)
Orta (O)	(2.50, 5.00, 7.50)
İyi (İ)	(5.00, 7.50, 10.00)
Çok İyi (Çİ)	(7.50, 10.00, 10.00)

s_f ve s_g ($f, g = 0, 1, \dots, T$) sırasıyla A_i ve A_k alternatiflerinin C_j kriterine göre aldığı değerleri gösterebilir. \tilde{x}_{ij} ve \tilde{x}_{kj} çiftini karşılaştırma kuralı aşağıdaki şekildedir.

$$\text{i. } s_f > s_g \text{ ise } \tilde{x}_{ij} > \tilde{x}_{kj} \quad \text{ii. } s_f = s_g \text{ ise } \tilde{x}_{ij} = \tilde{x}_{kj} \quad \text{iii. } s_f < s_g \text{ ise } \tilde{x}_{ij} < \tilde{x}_{kj}$$

Bu durumda, \tilde{x}_{ij} ve \tilde{x}_{kj} denklem (8) yardımıyla ÜBS'ler ile ifade edilebilir.

$$\tilde{x}_{ij} = (x_{ij}^l, x_{ij}^m, x_{ij}^u) \text{ ve } \tilde{x}_{kj} = (x_{kj}^l, x_{kj}^m, x_{kj}^u) \quad (8)$$

\tilde{x}_{ij} ve \tilde{x}_{kj} arasındaki farkı hesaplamak için denklem (9) ile gösterilen iki ÜBS arasındaki uzaklık formülünden yararlanılabilir.

$$d(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{kj}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(x_{ij}^l - x_{kj}^l)^2 + (x_{ij}^m - x_{kj}^m)^2 + (x_{ij}^u - x_{kj}^u)^2]} \quad (9)$$

C_j kriteri bakımından A_i alternatifinin A_k alternatifine göre kazancını gösteren G_{ik}^j ve kaybını gösteren L_{ik}^j aşağıdaki şekilde tanımlanır.

Fayda kriteri için;

$$G_{ik}^j = \begin{cases} d(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{kj}) & \tilde{x}_{ij} \geq \tilde{x}_{kj}, \\ 0, & \tilde{x}_{ij} < \tilde{x}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

$$L_{ik}^j = \begin{cases} 0 & \tilde{x}_{ij} \geq \tilde{x}_{kj}, \\ -d(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{kj}), & \tilde{x}_{ij} < \tilde{x}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

Maliyet kriteri için,

$$G_{ik}^j = \begin{cases} 0 & \tilde{x}_{ij} \geq \tilde{x}_{kj}, \\ d(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{kj}) & \tilde{x}_{ij} < \tilde{x}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

$$L_{ik}^j = \begin{cases} -d(\tilde{x}_{ij}, \tilde{x}_{kj}) & \tilde{x}_{ij} \geq \tilde{x}_{kj}, \\ 0 & \tilde{x}_{ij} < \tilde{x}_{kj} \end{cases} \quad i, k = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

Burada, $G_{ik}^j + L_{ki}^j = 0$ olmaktadır.

Böylece, (9-13) numaralı denklemler yardımıyla C_j kriterine göre kazanç matrisi $G_j = [G_{ik}^j]_{m \times m}$ ve kayıp matrisi $L_j = [L_{ik}^j]_{m \times m}$ oluşturulur.

Aşama 3. Farklı kriterlere ait kazanç ve kayıpları kıyaslayabilmek amacıyla eşitlik (14) ve (15) yardımıyla matris elemanları normalize edilir. Böylece $Y_j = [Y_{ik}^j]_{m \times m}$ ve $Z_j = [Z_{ik}^j]_{m \times m}$ matrisleri elde edilir.

$$Y_{ik}^j = \frac{G_{ik}^j - G_j^{\min}}{G_j^{\max} - G_j^{\min}} \quad i, k=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (14)$$

Burada, $G_j^{\max} = \max\{G_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $G_j^{\min} = \min\{G_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $j=1,2,\dots,n$ ve $Y_{ik}^j \in [0,1]$

$$Z_{ik}^j = \frac{L_{ik}^j - L_j^{\max}}{L_j^{\max} - L_j^{\min}} \quad i, k=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (15)$$

Burada, $L_j^{\max} = \max\{L_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $L_j^{\min} = \min\{L_{ik}^j | i, k=1,\dots,m\}$, $j=1,2,\dots,n$ ve $Z_{ik}^j \in [-1,0]$

Aşama 4. Baskınlık derecesi matrisi $\phi_j = [\phi_{ik}^j]_{m \times m}$ düzenlenir. TODIM yönteminde alternatif çiftleri arasındaki performans farklarını aynı boyuta dönüştürmek amacıyla en yüksek önem ağırlığına sahip kriter *referans kriter* olarak belirlenir. C_r referans kriterini gösterebilir. Bu durumda C_j kriterinin C_r kriterine göre önem ağırlığını gösteren w_{jr} denklem (16) ile hesaplanır.

$$w_{jr} = w_j / w_r \quad (16)$$

Burada, $w_r = \max\{w_j\}$, $j=1,2,\dots,n$

Bu durumda, C_j kriteri için A_i alternatifinin A_k alternatifine göre kazanç baskınlık derecesini ifade eden $\phi_{ik}^{j(+)}$ ve kayıp baskınlık derecesini gösteren $\phi_{ik}^{j(-)}$ sırasıyla eşitlik (17) ve (18) ile hesaplanır.

$$\phi_{ik}^{j(+)} = \sqrt{G_{ik}^j w_{jr} / \left(\sum_{j=1}^n w_{jr} \right)} \quad (17)$$

$$\phi_{ik}^{j(-)} = -\frac{1}{\theta} \sqrt{-L_{ik}^j \left(\sum_{j=1}^n w_{jr} \right) / w_{jr}} \quad (18)$$

Formüldeki θ , kayıpları azaltma faktörüdür. Dikkat edilirse, $0 \leq \phi_{ik}^{j(+)} < 1$ ve $\phi_{ik}^{j(-)} \leq 0$ olmaktadır.

Kazanç ve kayıp için baskınlık derecesi ϕ_{ik}^j ise denklem (19) ile hesaplanır.

$$\phi_{ik}^j = \phi_{ik}^{j(+)} + \phi_{ik}^{j(-)} \quad i, k=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n \quad (19)$$

Böylece C_j kriteri için baskınlık derece matrisi $\phi_j = [\phi_{ik}^j]_{m \times m}$ düzenlenebilir.

Aşama 5. ϕ_j matrisine dayalı olarak toplam baskınlık derecesi matrisi $\Delta = [\delta_{ik}]_{m \times m}$ düzenlenir. Buradaki δ_{ik} eşitlik (20) ile hesaplanmaktadır.

$$\delta_{ik} = \sum_{j=1}^n \phi_{ik}^j \quad i, k=1, 2, \dots, m \quad (20)$$

Aşama 6. Δ matrisine dayalı olarak alternatiflerin toplam performans skorları hesaplanır. A_i alternatifinin toplam skoru $\xi(A_i)$ eşitlik (21) yardımıyla hesaplanır.

$$\xi(A_i) = \frac{\sum_{k=1}^m \delta_{ik} - \min_{i=1, \dots, m} \left\{ \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \right\}}{\max_{i=1, \dots, m} \left\{ \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \right\} - \min_{i=1, \dots, m} \left\{ \sum_{k=1}^m \delta_{ik} \right\}} \quad i=1, 2, \dots, m \quad (21)$$

Burada, $0 \leq \xi(A_i) \leq 1$ olmaktadır.

Aşama 7. Alternatifler toplam performans skorlarına göre sıralanırlar. Buna göre en yüksek $\xi(A_i)$ skoruna sahip alternatif en iyi seçenek olarak değerlendirilir.

BTODIM yönteminin yukarıda bahsedilen adımları kısaca aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Adım 1. KV'lerin yargıları denklem (8) yardımıyla ÜBS'lere dönüştürülür.

Adım 2. Kazanç matrisi $G_j = [G_{ik}^j]_{m \times m}$ ve kayıp matrisi $L_j = [L_{ik}^j]_{m \times m}$ (9)-(13)

numaralı denklemler yardımıyla oluşturulur.

Adım 3. $G_j = [G_{ik}^j]_{m \times m}$ ve $L_j = [L_{ik}^j]_{m \times m}$ matrisleri eşitlik (14) ve (15)

yardımıyla normalize edilerek $Y_j = [Y_{ik}^j]_{m \times m}$ ve $Z_j = [Z_{ik}^j]_{m \times m}$ matrisleri elde edilir.

Adım 4. Baskınlık derecesi matrisi $\phi_j = [\phi_{ik}^j]_{m \times m}$ (16)-(19) numaralı

denklemler kullanılarak düzenlenir.

Adım 5. Toplam baskınlık derecesi matrisi $\Delta = [\delta_{ik}]_{m \times m}$ denklem (20) ile

hesaplanır.

Adım 6. Alternatiflerin toplam değerlendirme skorları eşitlik (21)

yardımıyla hesaplanır.

Adım 7. Alternatifler toplam skorlarına göre sıralanır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK TODIM UYGULAMASI

4.1. Uygulamanın Gerçekleştirileceği İşletme Hakkında Genel Bilgi

Uygulamanın gerçekleştirileceği işletme, 1969 yılından beri Konya ilinde helva sektöründe faaliyet gösteren köklü bir işletmedir. İşletmenin kapalı alanı 7500 m² ve toplam çalışan sayısı 55 kişidir. Yıllık helva üretim kapasitesi 4200 ton/yıl, yurtiçi satışları 2500 ton/yıl, yurtdışı satışları ise 1100 ton/yıl olarak bildirilmiştir. Tahin üretim kapasitesi 3500 ton/yıl, yurtiçi satışları 600 ton/yıl, yurtdışı satışları ise 150 ton/yıldır.

Geleneksel Türk gıdaları arasında yer alan Tahin Helvası ülkemizde genellikle kahvaltılarda tüketilen, Batı dünyasında Türk Balı, Türk Tatlısı veya Türk Helvası olarak bilinmekte olup sadece Türkiye’de değil birçok Ortadoğu ve Asya ülkesinde bilinen ve tüketilen bir gıdadır. Ekonomik olması, yüksek besin değeri, kolaylıkla temin edilebilmesi gibi nedenler tahin helvasını tüketiciler için ideal bir gıda haline getirmektedir (Aydın ve Başaran, 2018).

Helva ve tahin üretiminin temel hammaddesi susamdır. Susam bilinen en eski gıda kaynaklarından biri olup insanlık tarafından kültüre alınan ilk yağ bitkilerinden biridir. Değerli bir besin maddesi olması ve endüstride pek çok farklı üründe hammadde ve yardımcı madde olarak kullanılması nedeniyle önemli bir yere sahiptir (Aydın ve Başaran, 2018).

Söz konusu işletme helva üretiminde kullandığı susamı farklı ülkelerden ithal etmektedir. İthalatın gerçekleştirildiği ülkeler Etiyopya, Nijerya ve Hindistan’dır. Nijerya’da iki farklı tedarikçi ile çalışılmaktadır. Bu tedarikçilerin susamlarının seçilmesinin temel sebepleri ise lezzetli, verimi yüksek, kabuğu az, iri taneli ve ortalama yağ oranlarının ideal olmasıdır. Firma tek bir tedarikçi ile uzun süre çalışmak istemektedir. Bu amaçla söz konusu dört tedarikçi arasından en uygununu seçmek için matematiksel bir yöntem olarak BTODIM yönteminin kullanımına karar verilmiştir.

4.2. Bulanık TODIM Yönteminin Uygulanması

Burada çalışmanın üçüncü bölümünde anlatılan BTODIM yönteminin çözüm aşamaları kullanılarak en uygun tedarikçi seçimi yapılmıştır.

Aşama 1. Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi ve Ağırlıklandırılması

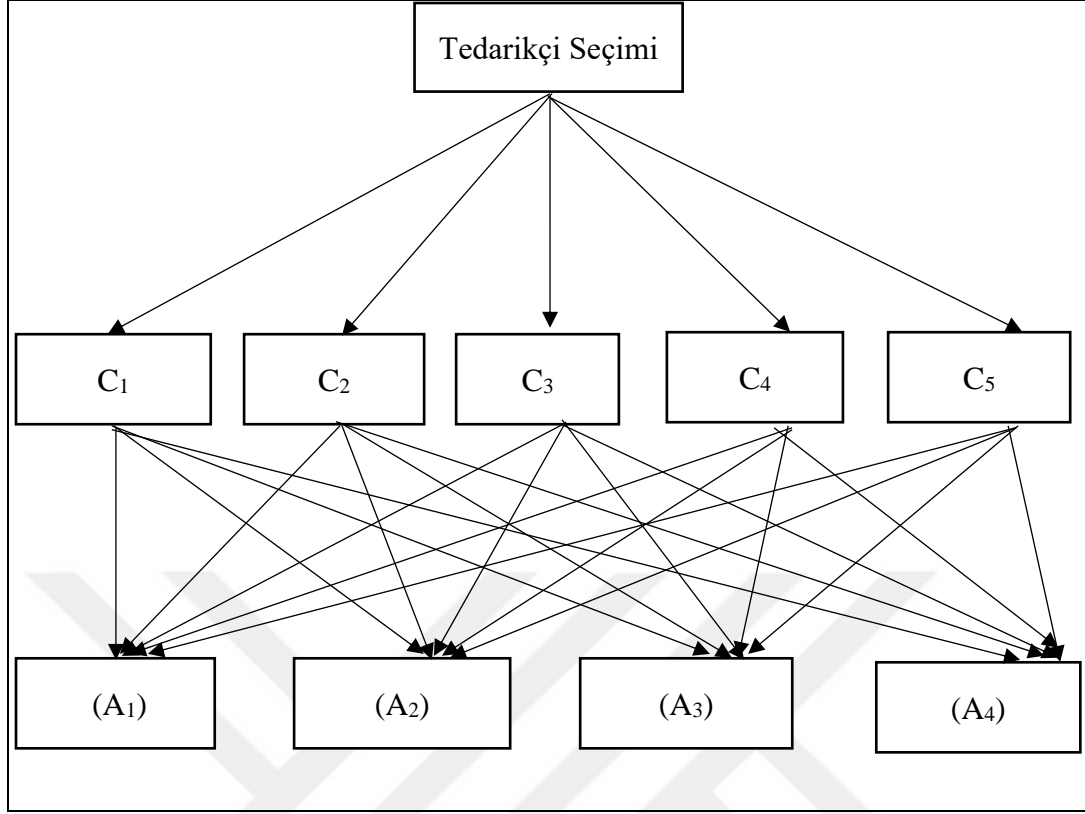
Yapılan uygulamada ilk olarak tedarikçi seçimini gerçekleştirecek olan karar verici (KV)'ler belirlenmiştir. Bu amaçla firmanın satın alma müdürü, üretim müdürü, finans yöneticisi ve genel müdüründen oluşan dört kişilik bir karar komitesi kurulmuştur. Komite literatürdeki daha önce yapılmış çalışmaları ve halihazırda kullandığı kriterleri de dikkate alarak tedarikçi firma seçim sürecini etkileyen beş adet karar kriteri belirlemiştir. Konsensusla belirlenen söz konusu değerlendirme kriterleri Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6
Değerlendirme Kriterleri

Kriterler	Kod	Açıklama
Esneklik	C ₁	Tedarikçi firmanın talepteki değişiklikleri karşılayabilme düzeyi
Ürün Kalitesi	C ₂	Tedarikçi firmanın ürettiği susamların lezzeti, kabuk miktarı, hacmi ve ortalama yağ oranı
Maliyet	C ₃	Tedarikçi firmadan satın alınacak ürünün toplam maliyeti (fiyat + nakliye gideri)
Hizmet	C ₄	Tedarikçi firmanın garanti koşulları, uyumlu çalışma düzeyi, problem çözme yaklaşımı ve bilgi paylaşımı
Sipariş Karşılama Oranı (%)	C ₅	Tedarikçi firmanın istenilen miktarda ürünü istenilen zamanda teslim etme yeteneği

Komite hâlihazırda susam tedarik ettiği dört firmayı karar alternatifleri olarak değerlendirmeye karar vermiştir. Bu firmaların ikisi Nijerya biri Etiyopya diğeri ise Hindistan firmasıdır. Buna göre ele alınan tedarikçi seçim probleminin hiyerarşik yapısı Şekil 8'de gösterilmektedir. Şekil 8'deki A1 Hindistan, A2 Etiyopya, A3 Nijerya (1) ve A4 Nijerya (2) tedarikçilerini göstermektedir.

Kriterleri ağırlıklandırmak amacıyla Tablo 4'de gösterilen dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır. Dört KV'nin amaca göre kriter değerlendirmeleri ise Tablo 7'de sunulmaktadır.



Şekil 8. Karar probleminin hiyerarşik yapısı

Tablo 7
KV'lerin Kriterler İçin Yaptığı Sözel Değerlendirmeler

Kriterler	Karar vericiler			
	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄
C ₁	O	O	O	O
C ₂	ÇY	Y	Y	ÇY
C ₃	Y	ÇY	ÇY	Y
C ₄	O	Y	Y	Y
C ₅	ÇY	Y	Y	Y

Tablo 7'deki dilsel değişkenlerin ÜBS karşılıkları ise Tablo 8'de verilmiştir. KV'lerin değerlendirmelerinin aritmetik ortalamasının alınması sonucunda hesaplanan bulanık kriter ağırlıkları Tablo 9'da gösterildiği gibidir.

Denklem (7) yardımıyla Tablo 9'daki bulanık kriter ağırlıkları için hesaplanan BNP değerleri Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 8
KV Yargılarının ÜBS Karşılıkları

Kriterler	Karar vericiler			
	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄
C ₁	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.25, 0.50, 0.75)
C ₂	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)
C ₃	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.75, 1.00, 1.00)
C ₄	(0.25, 0.50, 0.75)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)
C ₅	(0.75, 1.00, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)	(0.50, 0.75, 1.00)

Tablo 9
Bulanık Kriter Ağırlıkları

Kriter	Önem Ağırlığı
Esneklik	(0.25, 0.50, 0.75)
Kalite	(0.63, 0.88, 1.00)
Maliyet	(0.63, 0.88, 1.00)
Hizmet	(0.44, 0.69, 0.94)
Sipariş Karşılama Oranı (%)	(0.56, 0.81, 1.00)

Örnek olarak, esneklik kriterinin ağırlığı (0.25,0.50,0.75) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$[(0.25, 0.50, 0.75) + (0.25, 0.50, 0.75) + (0.25, 0.50, 0.75) + (0.25, 0.50, 0.75)] / 4 = (0.25, 0.50, 0.75)$$

Tablo 10
Durulaştırılmış Kriter Ağırlıkları

Kriter	Önem Ağırlığı
Esneklik	0.5
Kalite	0.837
Maliyet	0.837
Hizmet	0.69
Sipariş Tam Karşılama Oranı (%)	0.79

Örnek olarak, Esneklik kriterinin ağırlığı (0.5) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$0.25 + [(0.5 - 0.25) + (0.75 - 0.25) / 3] = 0.5$$

Buna göre kalite ve maliyet kriterleri en yüksek ağırlığa (0.837) sahip kriterlerdir.

Aşama 2. Alternatifler İçin Kayıp ve Kazanç Matrislerinin Oluşturulması

Kriterlere ait ağırlıkların belirlenmesinin ardından aday tedarikçilere ait bulanık karar matrisi oluşturulmaktadır. Bulanık karar matrisi, aday tedarikçilerin KV'ler tarafından değerlendirilmesi sonucunda elde edilen matristir. Dört KV'nin söz konusu beş kritere göre yaptığı performans değerlendirmeleri Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11
KV'lerin Kriterlere Göre Alternatifler İçin Yaptığı Değerlendirmeler

Karar vericiler	Tedarikçiler	Kriterler				
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
KV ₁	A ₁	O	İ	Çİ	İ	İ
	A ₂	İ	İ	İ	Çİ	İ
	A ₃	Çİ	O	O	İ	İ
	A ₄	İ	Çİ	O	Çİ	Çİ
KV ₂	A ₁	İ	İ	Çİ	O	İ
	A ₂	İ	İ	İ	Çİ	İ
	A ₃	Çİ	O	O	İ	İ
	A ₄	O	Çİ	O	İ	Çİ
KV ₃	A ₁	O	İ	Çİ	İ	İ
	A ₂	İ	İ	İ	Çİ	İ
	A ₃	İ	O	O	O	İ
	A ₄	İ	Çİ	O	İ	Çİ
KV ₄	A ₁	İ	İ	Çİ	O	İ
	A ₂	Çİ	İ	İ	İ	İ
	A ₃	İ	O	O	O	İ
	A ₄	O	Çİ	O	Çİ	Çİ

Tablo 11'deki dilsel değişkenlerin ÜBS karşılıkları ise Tablo 12'de gösterilmiştir.

KV'lerin alternatifler için yaptığı değerlendirmelerin aritmetik ortalaması alınması sonucunda oluşturulan bulanık karar matrisi Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 12

KV'lerin Kriterlere Göre Alternatifler İçin Yaptığı Değerlendirmeler

Karar vericiler	Tedarikçiler	Kriterler				
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
KV ₁	A ₁	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
	A ₂	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(5,7.5,10)
	A ₃	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
	A ₄	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)
KV ₂	A ₁	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)
	A ₂	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(5,7.5,10)
	A ₃	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
	A ₄	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)
KV ₃	A ₁	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
	A ₂	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(5,7.5,10)
	A ₃	(5,7.5,10)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)
	A ₄	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)
KV ₄	A ₁	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)
	A ₂	(7.5,10,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
	A ₃	(5,7.5,10)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(2.5,5,7.5)	(5,7.5,10)
	A ₄	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(2.5,5,7.5)	(7.5,10,10)	(7.5,10,10)

Tablo 13

Bulanık Karar Matrisi \tilde{X}

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	(3.75, 6.25, 8.75)	(5, 7.5, 10)	(7.5, 10, 10)	(3.75, 6.25, 8.75)	(5, 7.5, 10)
A ₂	(5.625, 8.125, 10)	(5, 7.5, 10)	(5, 7.5, 10)	(6.875, 9.375, 10)	(5, 7.5, 10)
A ₃	(6.25, 8.75, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(2.5, 5, 7.5)	(3.75, 6.25, 8.75)	(5, 7.5, 10)
A ₄	(3.75, 6.25, 8.75)	(7.5, 10, 10)	(2.5, 5, 7.5)	(6.25, 8.75, 10)	(7.5, 10, 10)

Örnek olarak, A₁-C₁ girdisi olan (3.75,6.25,8.75) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$[(2.5, 5, 7.5) + (5, 7.5, 10) + (2.5, 5, 7.5) + (5, 7.5, 10)] / 4 = (3.75, 6.25, 8.75)$$

Alternatifler için kazanç ve kayıp matrisleri (G₁,G₂,G₃,G₄,G₅,L₁,L₂,L₃,L₄,L₅) (9-13) numaralı denklemler yardımıyla hesaplanmış olup söz konusu matrisler aşağıda gösterildiği gibidir.

$$\begin{aligned}
G_1 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 1,693 & 0,000 & 0,000 & 1,693 \\ 2,165 & 0,510 & 0,000 & 2,165 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & L_1 &= \begin{bmatrix} 0,000 & -1,693 & -2,165 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & -0,510 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -1,693 & -2,165 & 0,000 \end{bmatrix} \\
G_2 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 2,500 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 2,500 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,041 & 2,041 & 4,330 & 0,000 \end{bmatrix} & L_2 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ -2,500 & -2,500 & 0,000 & -4,330 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\
G_3 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,041 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 4,330 & 2,500 & 0,000 & 0,000 \\ 4,330 & 2,500 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & L_4 &= \begin{bmatrix} 0,000 & -2,041 & -4,330 & -4,330 \\ 0,000 & 0,000 & -2,500 & -2,500 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\
G_4 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,652 & 0,000 & 2,652 & 0,510 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,165 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & L_4 &= \begin{bmatrix} 0,000 & -2,652 & 0,000 & -2,165 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -2,652 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -0,510 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\
G_5 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 2,041 & 2,041 & 2,041 & 0,000 \end{bmatrix} & L_5 &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,041 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Örneğin G_1 matrisinin üçüncü satırı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. C_1 kriteri fayda kriteri olduğu için denklem (10)'dan yararlanılmıştır. Tablo 13'deki bulanık karar matrisine göre;

$$\tilde{x}_{31} \geq \tilde{x}_{11} \text{ olduğundan;}$$

$$d(\tilde{x}_{31}, \tilde{x}_{11}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(6.250 - 3.750)^2 + (8.750 - 6.250)^2 + (10.000 - 8.750)^2]} = 2.165$$

$$\tilde{x}_{31} \geq \tilde{x}_{21} \text{ olduğundan;}$$

$$d(\tilde{x}_{31}, \tilde{x}_{21}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(6.250 - 5.625)^2 + (8.750 - 8.125)^2 + (10.000 - 10.000)^2]} = 0.510$$

$\tilde{x}_{31} = \tilde{x}_{31}$ olduğundan 0,

$\tilde{x}_{31} \geq \tilde{x}_{41}$ olduğundan;

$$d(\tilde{x}_{31}, \tilde{x}_{41}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(6.250 - 3.750)^2 + (8.750 - 6.250)^2 + (10.000 - 8.750)^2]} = 2.165$$

Aşama 3. Kazanç ve Kayıp Matrislerinin Normalize Edilmesi

Eşitlik (14) ve (15) yardımıyla hesaplanan normalize kazanç ve kayıp matrisleri ($Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$) aşağıda gösterilmiştir.

$$Y_1 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,782 & 0,000 & 0,000 & 0,782 \\ 1,000 & 0,236 & 0,000 & 1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad Z_1 = \begin{bmatrix} 0,000 & -0,782 & -1,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & -0,236 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -0,782 & -1,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$
$$Y_2 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,577 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,577 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,471 & 0,471 & 1,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad Z_2 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -0,471 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -0,471 \\ -0,577 & -0,577 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$
$$Y_3 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,471 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 1,000 & 0,577 & 0,000 & 0,000 \\ 1,000 & 0,577 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad Z_3 = \begin{bmatrix} 0,000 & -0,471 & -1,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & -0,577 & -0,577 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$
$$Y_4 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 1,000 & 0,000 & 1,000 & 0,192 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,816 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad Z_4 = \begin{bmatrix} 0,000 & -1,000 & 0,000 & -0,816 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -1,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -0,192 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$
$$Y_5 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,770 & 0,770 & 0,770 & 0,000 \end{bmatrix} \quad Z_5 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Örneğin Y_1 matrisinin ikinci satırının ilk girdisi olan Y_{21}^1 eşitlik (14) yardımıyla aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$G_1^{\min} = 0 ; G_1^{\max} = 2.165 \quad Y_{21}^1 = \frac{1.693-0}{2.165-0} = 0.782$$

Z_1 matrisinin ikinci satırının ilk girdisi Z_{21}^1 ise denklem (15) kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$L_1^{\max} = 0, L_1^{\min} = -2.165, Z_{21}^1 = \frac{0-0}{0-(-2.165)} = 0$$

Aşama 4. Kriterlere Göre Baskınlık Derecesi Matrislerinin Hesaplanması

Kriterlere göre baskınlık derecesi matrisleri $\phi_j = [\phi_{ik}^j]_{m \times m}$ (16)-(19) numaralı denklemler yardımıyla hesaplanmıştır. Beş kriterden en yüksek önem ağırlığına sahip olan C_2 (Kalite) ve C_3 (Maliyet) kriteri ($w=0.837$) referans kriteridir. Buna göre denklem (17) yardımıyla hesaplanan kazanç $\phi_{ik}^{j(+)}$ baskınlık dereceleri ve denklem (18) yardımıyla hesaplanan kayıp baskınlık dereceleri $\phi_{ik}^{j(-)}$ aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{aligned} \phi^{1(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,327 & 0,000 & 0,000 & 0,327 \\ 0,370 & 0,180 & 0,000 & 0,370 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{1(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & -2,390 & -2,703 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & -1,312 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -2,390 & -2,703 & 0,000 \end{bmatrix} \\ \phi^{2(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,364 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,364 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,329 & 0,329 & 0,479 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{2(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,435 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -1,435 \\ -1,588 & -1,588 & 0,000 & -2,089 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \\ \phi^{3(+)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,329 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,479 & 0,364 & 0,000 & 0,000 \\ 0,479 & 0,364 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} & \phi^{3(-)} &= \begin{bmatrix} 0,000 & -1,435 & -2,089 & -2,089 \\ 0,000 & 0,000 & -1,588 & -1,588 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\phi^{4(+)} = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,435 & 0,000 & 0,435 & 0,191 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,393 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad \phi^{4(-)} = \begin{bmatrix} 0,000 & -2,301 & 0,000 & -2,079 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -2,301 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & -1,010 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$\phi^{5(+)} = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,408 & 0,408 & 0,408 & 0,000 \end{bmatrix} \quad \phi^{5(-)} = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Örneğin, $\phi^{1(+)}$ matrisinin ikinci satırının ilk girdisi olan $\phi_{21}^{1(+)}$ aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır. İlk olarak denklem (16) yardımıyla;

$$w_{1r} = w_1/w_r = 0.5/0.837 = 0.597 \quad w_{2r} = w_2/w_r = 0.837/0.837 = 1$$

$$w_{3r} = w_3/w_r = 0.837/0.837 = 1 \quad w_{4r} = w_4/w_r = 0.69/0.837 = 0.824$$

$$w_{5r} = w_5/w_r = 0.79/0.837 = 0.944$$

Daha sonra denklem (17) yardımıyla;

$$\phi_{21}^{j(+)} = \sqrt{(0.782 * 0.597) / (0.597 + 1 + 1 + 0.824 + 0.944)} = 0.327$$

$\phi^{1(-)}$ kayıp matrisinin birinci satırının ikinci girdisi olan $\phi_{12}^{1(-)}$ ise denklem (18)'den yararlanarak aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\phi_{12}^{1(-)} = -1\sqrt{(-1 * -0.782) * (0.597 + 1 + 1 + 0.824 + 0.944) / 0.597} = -2.390$$

Denklem (18)'deki θ değeri 1 alınmıştır. Böylece toplam skor üzerinde kayıpların gerçek değerleriyle katkı yapması sağlanmıştır.

Daha sonra, C_1, C_2, C_3, C_4 ve C_5 kriterleri için baskınlık derecesi matrisleri denklem (19) ile hesaplanmıştır. Söz konusu matrisler aşağıda gösterilmektedir.

$$\phi_1 = \begin{bmatrix} 0,000 & -2,390 & -2,703 & 0,000 \\ 0,327 & 0,000 & -1,312 & 0,327 \\ 0,370 & 0,180 & 0,000 & 0,370 \\ 0,000 & -2,390 & -2,703 & 0,000 \end{bmatrix} \quad \phi_2 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,364 & -1,435 \\ 0,000 & 0,000 & 0,364 & -1,435 \\ -1,588 & -1,588 & 0,000 & -2,089 \\ 0,329 & 0,329 & 0,479 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$\phi_3 = \begin{bmatrix} 0,000 & -1,435 & -2,089 & -2,089 \\ 0,329 & 0,000 & -1,588 & -1,588 \\ 0,479 & 0,364 & 0,000 & 0,000 \\ 0,479 & 0,364 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix} \quad \phi_4 = \begin{bmatrix} 0,000 & -2,301 & 0,000 & -2,079 \\ 0,435 & 0,000 & 0,435 & 0,191 \\ 0,000 & -2,301 & 0,000 & 0,000 \\ 0,393 & -1,010 & 0,000 & 0,000 \end{bmatrix}$$

$$\phi_5 = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & -2,151 \\ 0,408 & 0,408 & 0,408 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Örneğin, ϕ_1 matrisinin ilk sütununun ikinci girdisi olan ϕ_{21}^1 aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\phi_{21}^1 = \phi_{21}^{1(+)} + \phi_{21}^{j(-)} = 0.327 + 0.000 = 0.327$$

Aşama 5. Toplam Baskınlık Derecesi Matrisinin Hesaplanması

Toplam baskınlık derecesi matrisi $\Delta = [\delta_{ik}]_{m \times m}$ denklem (20) yardımıyla hesaplanmıştır. Söz konusu matris aşağıda gösterilmiştir.

$$\Delta = \begin{bmatrix} 0,000 & -6,126 & -4,429 & -7,754 \\ 1,090 & 0,000 & -2,102 & -4,655 \\ -0,739 & -3,346 & 0,000 & -3,870 \\ 1,608 & -2,299 & -1,817 & 0,000 \end{bmatrix}$$

Örnek olarak, matrisin ilk satırının ikinci girdisi olan δ_{12} aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\delta_{12} = \phi_{12}^1 + \phi_{12}^2 + \phi_{12}^3 + \phi_{12}^4 + \phi_{12}^5 = -2.390 + 0.000 - 1.435 - 2.301 + 0.000 = -6.126$$

Aşama 6. Alternatiflerin Toplam Performans Skorlarının Hesaplanması

Δ matrisine göre alternatiflerin toplam performans skorları eşitlik (21) yardımıyla hesaplanmıştır. Buna göre:

$$\xi(A_1) = 0.000, \xi(A_2) = 0.800, \xi(A_3) = 0.655, \xi(A_4) = 1.000$$

Örnek olarak, A_4 alternatifinin toplam skoru aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}\xi(A_4) &= \frac{(1.608 - 2.299 - 1.817 + 0.000) - \min(-18.309, -5.667, -7.955, -2.508)}{\max(-18.309, -5.667, -7.955, -2.508) - \min(-18.309, -5.667, -7.955, -2.508)} \\ &= \frac{-2.508 + 18.309}{-2.508 + 18.309} = 1.000\end{aligned}$$

Aşama 7. Toplam Skorlara Göre Alternatiflerin Önem Sıralaması

Elde edilen toplam skorlara göre alternatiflerin performans sıralamaları $\xi(A_4) > \xi(A_2) > \xi(A_3) > \xi(A_1)$ şeklindedir. Buna göre firma için en uygun seçenek A_4 (Nijerya) alternatifidir. Bulanık karar matrisi Tablo 13 incelendiğinde, KV yargılarına göre A_4 alternatifi sadece C_2 ve C_5 kriterlerine göre en iyi alternatif olarak değerlendirilmiş idi. Diğer üç kriterde en iyi seçenek olmamasına karşın, A_4 alternatifi en yüksek toplam baskınlık skoruna sahip olduğu için optimal seçenek olarak ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, A_2 alternatifi KV'lere göre sadece C_4 kriteri için en uygun seçenek iken baskınlık skoruna göre ikinci en iyi alternatif olarak değerlendirilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; işletmelerin rekabet gücünü ve performanslarını doğrudan etkileyen ve işletmeler için çok önemli bir karar problemi olan tedarikçi seçim problemi bulanık ÇKKV yöntemlerinden biri olan BTODIM yönteminden faydalanılarak çözülmüştür. En uygun tedarikçi seçimi, Konya ilinde helva üretimi gerçekleştiren bir gıda firmasında uygulanmıştır. Tedarikçi seçimi literatüründe BTODIM yönetiminin kullanıldığı çalışma sayısının az olması bu çalışmanın önemli katkılarından biridir.

Beklenti teorisine dayalı olan TODIM yöntemi, karar vericilerin yargılarını dikkate alan ve grup çalışmasını destekleyen bir yöntemdir. Diğer davranışsal karar tekniklerine göre TODIM yönteminin temel avantajı KV'lerin sınırlı rasyonaliteye sahip davranış karakterlerini dikkate almasıdır. Yöntem, belirsizlik durumunda referans noktasına göre kazanç ve kayıplarını içermekte ve bu sayede KV'lerin kayıplara daha duyarlı olmasını sağlamaktadır. Tam rasyonaliteye dayalı karar verme durumunda KV'ler sadece fayda maksimizasyonunu amaçlarken, TODIM tekniğinde KV'ler kayıpları da dikkate alarak toplam faydayı maksimize etmeye çalışmaktadır. Bu nedenle TODIM yöntemi kısmi rasyonaliteye dayalı bir davranışsal karar verme yöntemi olarak değerlendirilebilir (Qin vd. 2017).

TODIM yönteminde AHP gibi bazı diğer ÇKKV yöntemlerinde bulunan kriter ve alternatif sayısı kısıtlamaları bulunmamaktadır. Buna göre KV'ler ilgilenen probleme eklenen kriter veya alternatifler ile aynı problemi tekrar çözebilir ve sonuçlarını kolaylıkla güncelleyebilir. Çalışmada TODIM yöntemi bulanık sayılara genişletilerek kesin verilere dayalı klasik ÇKKV tekniklerinin dikkate alamadığı gerçek hayattaki bulanıklık ve belirsizlik dikkate alınmıştır.

BTODIM yaklaşımı değerlendirme kriterleri arasındaki karşılıklı ilişkileri dikkate almamaktadırlar. Gelecek çalışmalar bağlamında, kriter ağırlıkları hesaplanırken kriterler arasındaki bağımlı ilişkiyi dikkate alan ANP, Dematel, Choquet integral gibi yöntemler kullanılabilir. Bunun yanında, TODIM yöntemi diğer ÇKKV teknikleriyle melez kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Ayrıca BTODIM yöntemi diğer ÇKKV problemlerinin çözümü amacıyla da kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Acar, Z. A. & Köseoğlu, M. A. (2014). *Lojistik yaklaşımıyla tedarik zinciri yönetimi* (1. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Acar, M. F. & Çapkın, A. (2017) Analitik ağ süreci ile tedarikçi seçimi: Otomotiv sektörü örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 121-134.
- Adalı, E. A. & Işık, A. T. Bir tedarikçi seçim problemi için SWARA ve WASPAS yöntemlerine dayanan karar verme yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77.
- Asiabi, S. A., Yazıcılar, G. F. & Güzel, D. (2015, Ekim). *Traktör motoru üreten bir fabrikada döküm parçası üreten tedarikçilerin AHP ve TOPSIS yöntemleri ile sıralanması*. 15. Üretim Araştırmaları Sempozyumu'nda sunulan bildiri. İzmir. s.41-46.
- Aissaoui, N., Haouari, M., & Hassini, E. (2007). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers & operations research*, 34(12), 3516-3540.
- Akman, G. & Alkan, A. (2006). Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv yan sanayinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9:23-46.
- Aktaş, R., Doğanay, M. M., Gökmen, Y. & Türen, U. (2015). *Sayısal Karar Verme Yöntemleri* (1. Baskı). İstanbul: Beta Basımevi.
- Akyüz, G. A. (2012). Bulanık VIKOR yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1), 197-215.
- Ar, I. M., Göksen, H. & Tuncer, M. A. (2015). Kablo sektöründe tedarikçi seçimi için bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR yönteminin kullanılması. *Ege Akademik Bakış*, 15(2), 285-300.
- Arıkan, F. & Küçükçe, Y. S. (2012). Satın alma faaliyeti için bir tedarik seçimi değerlendirme problemi ve çözümü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(2), 255-264.

- Arslan, H. M. & Uysal, H. T. (2017). Electre I yöntemi ile en uygun tedarikçinin belirlenmesi: Ahşap sektörü uygulaması. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 44-57.
- Aslan, E. & Gümüšođlu, Ş. (2009). *Bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi yardımıyla tedarikçi seçimi ve üretim sektöründe bir uygulama* (Yüksek Lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Aydın, F., & Başaran, B. (2018). Microbiological risks related with raw materials in halva production and detection of microbiological critical control points. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 16(1), 42-50.
- Aydın, Y., & Eren, T. (2018). Savunma Sanayiinde Stratejik Ürün İçin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 129-148.
- Aytürk, S. (2006). *Askeri savunma sistemlerinde analitik hiyerarşi ve analitik şebeke prosesi ile hafif makineli tüfek seçimi* (Yüksek Lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Bakoğlu, R. & Yılmaz, E. (2001, Haziran-Temmuz). *Tedarik zinciri tasarımının rekabet avantajı yaratması açısından değerlendirilmesi: fast food örneği*, 6. Pazarlama Kongresinde sunulan bildiri, Eruzum. s.173-185.
- Ballı, S. (2005). Fuzzy çok kriterli karar verme ve basketbolda oyuncu seçimine uygulanması (Yüksek Lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2018). Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. *Computers & Operations Research*, 89, 337-347.
- Banaeian, N., Mobli, H., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2015). Criteria definition and approaches in green supplier selection—a case study for raw material and

- packaging of food industry. *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 149-168.
- Başaran, B. (2016). The effect of ISO quality management system standards on industrial property rights in Turkey. *World Patent Information*, 45, 33-46.
- Başkaya, Z. & Avcı Ö. B. (2012). Tedarikçi değerlendirme probleminde bulanık TOPSIS algoritması ile grup karar verme ve karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkiler. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1,153-172.
- Baykal, N. & Beyan, T. (2004). Bulanık Mantık İlke ve Temelleri. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Baynal, K. & Yüzügüllü, E. (2013). Tedarik zinciri yönetiminde analitik ağ süreci ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 42(1), 77-92.
- Belton, V., & Steward, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- Bojadziev, G. & Bojadziev, M. (2007). Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management (Second Edt). London: World Scientific Publishing.
- Büyüközkan G., & Göçer F. (2017). Application of a new combined intuitionistic fuzzy MCDM approach based on axiomatic design methodology for the supplier selection problem. *Applied Soft Computing*, 52, 1222–1238.
- Candan, G. & Yazgan, H. R. (2015). Tedarik zincirinde hammadde tedarikçisi seçimi problemi: Bir uygulama. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 43-52.
- Chen, L. Y. & Wang, T. C. (2009). Optimizing partners choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242.
- Çelikkol, M. (2017). Tedarikçi seçimi problemi: Savunma sanayinde bir TOPSIS uygulaması,
https://www.researchgate.net/profile/Mutlu_Celikkol/publication/319842581_Tedarikci_Secimi_Problemi_Savunma_Sanayinde_Bir_TOPSIS_Uygulaması_Supplier_Selection_Problem_An_Application_in_Defence_Sector/links/59bda83b0f7e9b48a293b802/Tedarikci-Secimi-Problemi-Savunma-Sanayinde-

- Bir-TOPSIS-Uygulaması-Supplier-Selection-Problem-An-Application-in-Defence-Sector.pdf adresinden 12.12.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Celikyılmaz, A. & Türksen, B. İ. (2009). Modeling Uncertainty with Fuzzy Logic. Berlin: Springer-Verlag.
- Çetin, O. & Önder, E. (2015). Tedarikçi seçiminde analitik ağ süreci yönteminin kullanılması. *Kafkas University Faculty of Economics and Administrative Sciences. Journal*, 6(10), 335-354.
- Coşkun, S. Polat, O. & Kara, B. (2015). Tedarikçi seçiminde işletmelerde sistem yönetimi ve güvenliği kriterlerine dayalı bir karar modeli ve modelin uygulaması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(4):134-144.
- Dağdeviren, M. & Eraslan, E. (2008). Promethee sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 23(1):69-75.
- Davras, G. M. & Karaatlı, M. (2014). Otel işletmelerinde tedarikçi seçimi sürecinde AHP ve BAHP yöntemlerinin uygulanması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 87-112.
- Demir, M. H., Bircan, B. & Tütek, H. (1985). *Yönetmel karar verme*. İzmir: Bilgehan Basımevi.
- Demir, H. H. & Özçakar, N. (2010). *İmalat sektöründe bulanık TOPSIS yöntemiyle tedarikçi seçimi* (Yüksek Lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
adresinden edinilmiştir.
- Denizhan, B. Yalçın, A. Y. & Berber, Ş. (2017). Analitik hiyerarşi proses ve bulanık analitik hiyerarşi proses yöntemleri kullanılarak yeşil tedarikçi seçimi uygulaması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63-78.
- Deste, M., & Yurttaş, A. Süt işletmelerinde tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesine ve değerlendirme sisteminin kurulmasına yönelik bir araştırma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 185-194.
- Dubois, D., & Prade, H. (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*, New York: Academic Press.

- Durmaz, E. D. Akagündüz, E. & Şahin, R. (2017). Tedarikçi seçim probleminde hedef programlama ve MOORA yöntemi: Uygulama çalışması. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(3), 1021-1044.
- Elmas, Ç. (2003). Bulanık Mantık Denetleyiciler (1. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Engelkırın, M. (2001). *Fuzzy çoklu kritere göre karar vermenin insan kaynaklarına uygulanması* (Yüksek Lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Emirkadı, Ö. (2016, Mayıs). *Tedarik zincirinde risk yönetimi: belirsizlik ve kamçı (kırbaç) etkisi*. 5. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi'nde sunulan bildiri, Mersin. s.161-172.
- Eray, E. & Tatar, P.G. (2015). *İnşaat sektöründe tedarikçi seçiminde kullanılan çok amaçlı karar destek yöntemlerinin karşılaştırılması* (Yüksek Lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Erdal, M. (2014). *Satınalma ve tedarik zinciri yönetimi* (3. Baskı). İstanbul: Beta Yayınları.
- Eren, T. & Özden, E. H. (2016, November). *Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bir içecek firması için tedarikçi seçimi*. In 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016). Turkey.s.80-89.
<http://isites.info/PastConferences/ISITES2016/ISITES2016/papers/A8-ISITES2016ID10.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Erokutan, B. & İpçioğlu, İ. (2016). *Mavi yakalı personel seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması ve bir uygulama* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Fan, Z. P., Zhang, X., Chen, F. D., & Liu, Y. (2013). Extended TODIM method for hybrid multiple attribute decision making problems. *Knowledge-Based Systems*. 42, 40–48.

- Frej, E. A., & de Almeida, A. T. (2016). Seleção de fornecedores em uma indústria de alimentos com base no método multicritério FITradeoff. <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2016/pdf/156238.pdf> adresinden 15.12.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Fuh-Hwa, L. F. & Hai, L. H. (2005). The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *Journal of Production Economics*, 97(3),308-317.
- Genç, R. (2009). *Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin yöntem ve kavramları*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Gomes, L.F.A.M. & Lima, M.M.P.P. (1992a). TODIM: basics and application to multicriteria ranking of projects with environmental impacts. *Foundations of Computing and Decision Sciences*. 16:113–127.
- Gomes, L.F.A.M. & Lima, M.M.P.P. 1992b. From modeling individual preferences to multicriteria ranking of discrete alternatives: a look at prospect theory and the additive difference model. *Foundations of Computing and Decision Sciences* 17:171–184.
- Görener, A. (2013). Tedarik zinciri stratejisi seçimi: Bulanık VIKOR yöntemiyle imalat sektöründe bir uygulama. *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İletme Fakültesi Dergisi*, 5(3), 47-62.
- Göztepe, K. (2010). Tedarikçi seçiminde bulanık analitik ağ prosesi ve yapay sinir ağları: literatür çalışması
https://www.academia.edu/2319816/TEDAR%C4%B0K%C3%87%C4%B0_SE%C3%87%C4%B0M%C4%B0NDE_BULANIK_ANAL%C4%B0T%C4%B0K_A%C4%9E_PROSES%C4%B0_VE_YAPAY_S%C4%B0N%C4%B0R_A%C4%9ELARI_L%C4%B0TERAT%C3%9CR_%C3%87ALI%C5%9EMASI 04.02.2019 tarihinde edinilmiştir.
- Güleş, H. K., Çağlıyan, V. & Şener, T. (2014). Hazır giyim sektöründe analitik hiyerarşi prosesi yöntemine dayalı tedarikçi seçimi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 159-170.
- Gümüş, M., Karabayır, A. N., Güler, T. & Arslan, G. (2017). Alanya otel işletmelerinde AHP metodu ile tedarikçi seçimi. *Alanya Akademik Bakış*, 1(3), 1-14.

- Günay, Z. & Ünal, Ö. F. (2016). AHP-TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi (bir telekomünikasyon şirketi örneği). *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 37-53.
- Güner, H. & Mutlu, Ö. (2005, Kasım). Bulanık AHP ile tedarikçi seçim problemi ve bir uygulama. V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu'nda sunulan bildiri, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.
- Güzel, D. & Demirdöğen, O. (2011). Tedarik zinciri bütünleşmesi, yeşil tedarik zinciri uygulamaları ve işletme performansı arasındaki ilişki üzerine bir araştırma (Doktora Tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
adresinden edinilmiştir.
- Hsieh, T. Y., Lu, S. T., & Tzeng, G. H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International Journal of Project Management*, 22(7), 573-584.
- Kağnıcıoğlu, H. C. (2007). *Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Kapar, K. (2013). Bir üretim işletmesinde analitik hiyerarşi süreci ile tedarikçi seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(1), 197-231.
- Karaatlı, M. & Davras, G. (2014). Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama yöntemlerinin kombinasyonu: Otel işletmelerinde bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(24), 182-196.
- Karakaşoğlu, N. & Ertuğrul, İ. (2008). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve bir uygulama* (Yüksek Lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
adresinden edinilmiştir.
- Kargi, A. V. S. (2016). Supplier selection for a textile company using the fuzzy TOPSIS method. *Yönetim ve Ekonomi*, 23(3), 789-803.
- Kasapoğlu, Ö. A. & Umman, T. Ş. (2006). Pnömatik valf tedarikçisi seçiminde analitik hiyerarşi prosesi. *Yönetim*, XVII(53), 40-51.
- Kazançoğlu, Y. & Erhan, A. (2010). Perakende sektöründe tedarikçi seçiminin bulanık AHP ile gerçekleştirilmesi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 29

- Keskenler, M. F. & Keskenler, E. F. (2017). Bulanık mantığın tarihi gelişimi. *Takvim-i Vekayi*, 5(1):1-10.
- Keskin, H. (2015). Tedarik zinciri yönetimi arka planı, gelişimi ve güncel uygulamaları (1. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Keskin, B. & Demirbaş, N. (2014, Eylül). *Kanatlı eti üreten firmaların tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ve tedarikçi seçimleri üzerine bir araştırma*. 30. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi'nde sunulan bildiri. Samsun. s.1378-1385.
- Khamseh, A.A. & Mahmoodi, M. (2014). A new fuzzy TOPSIS-TODIM hybrid method for green supplier selection using fuzzy time function. *Advances in Fuzzy Systems*.
<https://www.hindawi.com/journals/afs/2014/841405/abs/> adresinden 13.01.2019 tarihinde edinilmiştir.
- Krohling, R.A. & de Souza, T.T.M. (2012). Combining prospect theory, fuzzy numbers to multi-criteria decision making. *Expert Systems with Applications*. 39:11487–11493.
- Kuruüzüm, A. & Atsan, N. (2001), Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F Dergisi*, 1(1), 83-105.
- Küçük, O. & Ecer, F. (2007). Bulanık TOPSIS kullanılarak tedarikçilerin değerlendirilmesi ve Erzurum'da bir uygulama. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(1):45-65.
- Liao, C. N., & Kao, H. P. (2011). An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10803-10811.
- Lin, C., Tan, B., & Hsien, P. J. (2005). Application of the fuzzy weighted average in sarategic potfolio management. *Decision Sciences*, 36(3), 489-511.
- Li, M., Wu, C., Zhang, L. & You, L.N. 2015. An intuitionistic fuzzy-TODIM method to solve distributor evaluation and selection problem. *International journal of Simulation modelling*, 14 (3): 511-524.
- Long, D. (2012). Uluslararası lojistik küresel tedarik zinciri yönetimi (2. Baskı) (Çev. M. Tanyaş-M. Düzgün). Ankara: Nobel Yayıncılık.

- Magdalena, R. (2012). Supplier selection for food industry: a combination of Taguchi loss function and fuzzy analytical hierarchy process. *Asian J Technol Manage*, 5(1), 13-22.
- Nebol, E. (2016). *Tedarik zinciri ve lojistik yönetimi* (1. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Ni-Di, Z., & Ming-Xian, L. (2010, April). The choice and evaluation of agri-food supplier based on AHP. In *Information Management and Engineering (ICIME), 2010 The 2nd IEEE International Conference on* (pp. 484-489). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5477699/> adresinden 13.12.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Öz, E. & Baykoç, F.Ö. (2004). Tedarikçi seçimi problemine karar teorisi destekli uzman sistem yaklaşımı. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 19(3), 275-286.
- Özaydın, Y. Çakıt, E. Özkök, A.G. (2016, Mayıs). *Lojistik ve tedarik zincirinde trendler: üniversite-sektör işbirliği*. 5. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresinde sunulan bildiri, Mersin. s.125-135.
- Özbek, A. (2016). Tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 85-101.
- Özbek, A. (2014). Tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 11:69-99.
- Özçakar, N. & Demir, H. (2011). Bulanık TOPSIS yöntemiyle tedarikçi seçimi. *Yönetim: İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi*, 22(69), 25-44.
- Özçelik, G. & Atmaca, H. E. (2014, Mayıs). *Satın alma süreci için MOORA metodu ile tedarikçi seçimi problemi*. 3. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi'nde sunulan bildiri. Trabzon.
- Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23,87-96.

- Özdemir, A. (2010). Ürün grupları temelinde tedarikçi seçim probleminin ele alınması ve analitik hiyerarşi süreci ile çözümlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 55-84.
- Özden, E. H. & Tamer, E. (2016). Çok ölçütlü karar verme yöntemi ve hedef programlama teknikleri ile tedarikçi seçimi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 196-207.
- Özden, H. E. & Eren, T. (2015, Ekim). *Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama yöntemlerinin entegrasyonu: Bir uygulama*. 15. Üretim Araştırmaları Sempozyumunda sunulan bildiri. İzmir. s.125-131.
- Özel, B. & Özyörük, B. (2007). Bulanık aksiyomatik tasarım ile tedarikçi firma seçimi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 22(3), 415-423.
- Özer, S., Mıman, M. & Taştan, M. B. (2015, Mayıs). *TR62 bölgesinde faaliyet gösteren gıda şirketlerinin tedarikçi seçimi yöntemleri*. Proceedings from IV Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresinde sunulan bildiri. Gümüşhane. s.200-206.
- Özkan, M. M. (2003). Bulanık Hedef Programlama. İstanbul: Ekin Kitabevi.
- Özkır, V. (2018). Belirsizlik altında çevre bilinçli tedarikçi seçimi probleminin incelenmesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 19(1), 23-37.
- Öztürk, A. (2004), *Yöneylem araştırması*, Bursa: Ekin Kitabevi.
- Öztürk, A., Erdoğan, Ş. & Arıkan, V. S. (2011). Analitik hiyerarşi süreci (AHS) kullanılarak tedarikçilerin değerlendirilmesi: Bir tekstil firmasında uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 93-112.
- Öztürk, B. A. & Başkaya, Z. (2012). Bulanık analitik hiyerarşi süreci ile bir ekmek fabrikasında un tedarikçisinin seçimi. *Business and Economics Research Journal*, 3(1), 131-159.
- Öztürk, H., Pekel, E. & Eleveli, B. (2018). ANP ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak tedarikçi seçimi: Kablo sektörü uygulaması. *Sakarya University Journal of Science*, 22(5):1190-1198.
- Qin, J., Liu, X., & Pedrycz, W. (2017). An extended TODIM multi-criteria group decision making method for green supplier selection in interval type-2

- fuzzy environment. *European Journal of Operational Research*, 258(2), 626-638.
- Parseker, Z. (2009). *Gıda sektörü tedarik zincirinde bilgi teknolojileri kullanımının ekonomik yönden değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Porter, M. (2011). *Rekabet Üzerine*. İstanbul: Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, Optimist Yayınları.
- Ramlan, R., Bakar, E. M. N. E. A., Mahmud, F., & Ng, H. K. (2016). The ideal criteria of supplier selection for SMEs food processing industry. https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2016/33/mateconf_icmit2016_05006.pdf adresinden 05.01.2019 tarihinde edinilmiştir.
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic with Engineering Applications* (Third Edt). Chichester, West Sussex: Wiley&Sons Ltd.
- Saaty, L. T. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: Decision making with benefits, opportunities, costs and risks*. RWS Publications.
- Saraçoğlu, İ. & Dağıştanlı, H. A. (2017). Tedarikçi seçiminde bulanık mantık-AHP ve VIKOR yönteminin bağlantı elemanları firmasında Uygulanması. *Journal of Yaşar University*, 12(48), 40-54.
- Sarıççek, İ. Dağdeviren, M. & Yüzügüllü, N. (2001). Bir işletmede tedarikçi seçimine yönelik bir model ve uygulaması. *Osmangazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak.Dergisi*, 14(1):32-49.
- Sezen, H. K. (2004). *Yöneylem araştırması sayımlama yöntemleri*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Eslamian, H. S. & Şengül, Ü. (2014). Tedarikçi kriterlerinin ve tedarikçi seçiminde bütünleşik bulanık TOPSIS-bulanık VZA yaklaşımı (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Soner, S. & Önüt, S. (2006). Multi-criteria supplier selection: An ELECTREE-AHP application. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 110-120.

- Supçiller, A. A. & Çapraz, O. (2011). Ahp-Topsis yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, Özel sayı (13)*, 1-22.
- Supçiller, A. A. & Deligöz, K. (2018). Tedarikçi seçimi probleminin çok kriterli karar verme yöntemleriyle uzlaşık çözümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Özel sayı*, 355-368.
- Şahin, Y. & Supçiller, A. A. (2015). Tedarikçi seçimi için bir karar destek sistemi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3(2)*, 91-104.
- Şen, S. (2007). Tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi sistemine ait bir karar destek modeli geliştirilmesi ve uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi. (Doktora Tezi).
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Şen, H. & Demiral, F. M. (2016). Gri sistem teorisi temelli bir yaklaşımla hizmet tedarikçisi seçimi.
https://www.researchgate.net/profile/Mehmet_Demiral2/publication/312538134_Gri_Sistem_Teorisi_Temelli_Bir_Yaklasimla_Hizmet_Tedarikcisi_Secimi/links/588113dba6fdcc6b790dd57a/Gri-Sistem-Teorisi-Temelli-Bir-Yaklasimla-Hizmet-Tedarikcisi-Secimi.pdf adresinden 25.12.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Şenyiğit, E. & Ekinci, H. (2016). Değiştirilmiş hata türü ve etkileri analizi yöntemi ile tedarikçi seçimi uygulaması. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 8(2)*, 23-36.
- Şimşek, A., Çatır, O. & Ömürbek, N. (2015). TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile tedarikçi seçimi: Turizm sektöründe bir uygulama. *Balikesir University Journal of Social Sciences Institute, 18(33)*, 133-161.
- Tayyar, N. (2012). Pet şişe tedarikçisi seçiminde bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yaklaşımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 17(3)*, 351-371.
- Türk Dil Kurumu (TDK), 2018.
http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=T

DK.GTS.5b30d2005527e8.24666682 adresinden 15.12.2018 tarihinde edinilmiştir.

- Tekeş, M. (2002). *Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ve türk silahlı kuvvetlerinde kullanılan tabancaların bulanık uygunluk indeksli analitik hiyerarşi prosesi ile karşılaştırılması* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Tekez, E. K. & Bark, N. (2016). Mobilya sektöründe bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 55-63.
- Tekin, M. (2004), *Sayısal Yöntemler* (5. Baskı). Konya: Tıp Kitapevi.
- Tosun, Ö. & Akyüz, G. (2015). A fuzzy TODIM approach for the supplier selection problem. *International Journal Of Computational Intelligence Sytems*, 8(2), 317-329.
- Türkoğlu, M. & AYTEKİN, A. (2016). *Bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.
- Tütek, H. H. & Gümüšoğlu, Ş. (2000). *Sayısal yöntemler yönetsel yaklaşım*. İstanbul: Beta Basım A.Ş.
- Ulucan, A. (2004). *Yöneylem araştırması*. Ankara: Siyasal Kitapevi.
- Weele, J. A. (2014). *Satın alma ve tedarik zinciri yönetimi* (5. Baskı) (Çev. M. Çancı). İstanbul: Ezgi Matbaacılık.
- Vassilev, V., Genova, K. & Vassileva, M. (2005). A brief survey of multicriteria decision making methods and Software Systems. *Bulgarian Academy of Sciences Cybernetics and Information*, 5(1), 3-13.
- Xu, J., Wang, Y., & To, Z. (2013). Rough approximation based strategy model between a green building developer and a contractor under a fuzzy environment. *Knowledge-Based Systems*, 46, 54-68.
- Yaralıoğlu, K. (2010). *Karar verme yöntemleri*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Yerlikaya, A. M. & Arıkan, F. (2017). AHP-kritik TOPSİS bütünlük yaklaşımı ile akrediasyon temelli tedarikçi seçimi.

https://www.researchgate.net/profile/Mehmet_Yerlikaya2/publication/324840718_AHP-

KRITIK_TOPSIS_Butunlesik_Yaklasimi_Ile_Akreditasyon_Temelli_Tedarikci_Secimi/links/5ae721efaca272ba508269b2/AHP-KRITIK-TOPSIS-Buetuenlesik-Yaklasimi-Ile-Akreditasyon-Temelli-Tedarikci-Secimi.pdf 04.01.2019 tarihinde edinilmiştir.

Yıldırım, S. (2009). İşletmelerde Tedarik Zinciri yönetimi ve Toplam kalite yönetimi ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 1(1), 175-191.

Yıldız, A. & Yayla, Y. A. (2013). Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile tedarikçi seçimi ve ekonomik sipariş miktarının belirlenmesi: Otomotiv sektörü üzerine bir uygulama (Doktora tezi).

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.

Yozgat, U. (1990). İşletme yönetiminde karar verme teknikleri ve bilgisayarın etkinliği (Doktora Tezi).

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> adresinden edinilmiştir.

Zhang, X., & Fan, Z. P. (2011). A method for linguistic multiple attribute decision making based on TODIM.

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5999375> adresinden 11.01.2019 tarihinde edinilmiştir.

Zimmermann, J. H. (1996). *Fuzzy Set Theory and Its Applications* (Third Edt). Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

ÖZ GEÇMİŞ			
Adı, Soyadı	Saime BAŞARAN		
Doğum Yeri ve Yılı	14.01.1987 ADANA		
Medeni Durumu	Evli		
Bildiği Yabancı Diller ve Düzeyi	İngilizce-Orta		
Öğrenim Durumu	Başlama-Bitirme Yılı		Kurum Adı
Lisans	2005	2009	Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Yüksek Lisans	2016	-	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Doktora			
Çalıştığı Kurum (/lar)		Başlama – Ayrılma Yılı	
1. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi		2015	-
2.Çukurova Üniversitesi		2012	2015
3.Eksoy Kimya Ltd. Şti		2010	2012
Üye Olduğu Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlar	-		
Katıldığı Proje ve Toplantılar	-		
Yayımlar	-		
Aldığı Ödüller	-		
Diğer	-		
İletişim (e-posta)	saime.basaran@erdogan.edu.tr		