

**SEZGİSEL BULANIK TERCİH İLİŞKİSİ
VE TEDARİKÇİ SEÇİMİNE
UYGULANMASI**

Serkan GENÇ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2009

ANKARA

Serkan GENÇ tarafından hazırlanan SEZGİSEL BULANIK TERCİH İLİŞKİSİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİNE UYGULANMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa KURT
Tez Danışmanı, Endüstri Müh. Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa KURT
Endüstri Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. M. Ali AKCAYOL
Bilgisayar Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih: 03/06/2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Serkan GENÇ

SEZGİSEL BULANIK TERCİH İLİŞKİSİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİNE

UYGULANMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Serkan GENÇ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2009

ÖZET

Doğru fiyat, doğru zaman ve doğru miktarda istenilen kalite düzeyindeki ürünleri ve/veya hizmetleri alıcılara sağlayabilen doğru tedarikçileri bulma süreci olan tedarikçi seçimi etkin bir tedarik zinciri oluşturmada kritik aktivitelerden biridir. Öte yandan, tedarikçi seçimi, karar vericinin hakkındaki bilgisinin genellikle belirsiz olduğu birbiriyle çelişen birçok kriteri içeren çok kriterli bir grup karar verme problemi olduğundan dolayı zor bir problemdir. Çok kriterli grup karar verme sürecinde, sezgisel bulanık tercih ilişkisi (sezgisel tercih ilişkisi, sezgisel ikili karşılaştırma matrisi, sezgisel muhakeme matrisi) karar vericinin belirsiz bilgisini dikkate aldığından dolayı karar vericinin problem hakkındaki bilgisini yansıtmakta güçlü bir araçtır. Fakat sezgisel bulanık tercih ilişkilerinde bir sezgisel bulanık tercih ilişkisinin tutarlı olup olmadığının test edilmesi, tutarlı sezgisel bulanık tercih ilişkisinin öncelik vektörünün türetilmesi, bir eksik sezgisel bulanık tercih ilişkisinin kayıp değerlerinin tahmin edilmesi gibi bazı sorunlar vardır. Bu tezin ana amacı bu sorunları çözmektir. Bunu başarmak için ilk önce sezgisel bulanık tercih ilişkisi için çarpımsal geçişlilik kavramı geliştirilmiştir. Daha sonra, bu kavrama dayanarak yukarıdaki sorunları çözmek için bazı yaklaşımlar önerilmiştir. Son olarak, sezgisel bulanık tercih ilişkisinin tedarikçi seçim sürecinde uygun tedarikçinin seçilmesi için kullanılabileceği gösterilmiştir.

Bilim Kodu : 906.1.071
Anahtar Kelimeler : Tedarikçi seçimi, sezgisel bulanık küme, sezgisel bulanık tercih ilişkileri, çarpımsal geçişlilik, tutarlılık
Sayfa Adedi : 86
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Mustafa KURT

**INTUITIONISTIC FUZZY PREFERENCE RELATIONS AND THEIR
APPLICATION IN SUPPLIER SELECTION**

(M.Sc. Thesis)

Serkan GENÇ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2009

ABSTRACT

Supplier selection, the process of finding the right suppliers who are able to provide the buyer with the right quality products and/or services at the right price, at the right time and in the right quantities, is one of the most critical activities for establishing an effective supply chain. On the other hand, it is a hard problem since supplier selection is typically a multi criteria group decision-making problem involving several conflicting criteria on which decision maker's knowledge is usually vague and uncertain. In the process of multi criteria group decision-making, an intuitionistic fuzzy preference relation (or called intuitionistic preference relation, intuitionistic pairwise comparison matrix, intuitionistic judgment matrix) is a powerful tool to reflect decision maker's knowledge about the problem domain because of taking into consideration his/her vague and uncertain knowledge. However, in intuitionistic fuzzy preference relations, there are some problems such as testing whether an intuitionistic fuzzy preference relation is consistent or not, deriving the priority vector of a consistent intuitionistic preference relation, estimating the missing values of an incomplete intuitionistic preference relation, etc. The main research objective of this thesis work is to solve these issues. To accomplish this, we firstly introduce the concept of multiplicative transitivity of intuitionistic fuzzy preference relation. Next, based on this concept, we introduce some approaches to solve the above problems. Finally, we show that intuitionistic preference

relations may be used for selecting appropriate supplier in the process of supplier selection.

Science Code : 906.1.071
Key Words : Supplier selection, intuitionistic fuzzy set, intuitionistic fuzzy preference relation, multiplicative transitivity, consistency
Page Number : 86
Adviser : Prof. Dr. Mustafa KURT

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Mustafa KURT'a yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocalarım Dr. Diyar AKAY ve Prof. Dr. Zeshui XU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ	4
2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi	4
2.2. Tedarikçi Seçim Problemi.....	6
2.3. Tedarikçi Seçiminin Önemi	8
2.4. Tedarikçi Seçim Süreci	10
2.4.1. Problemin tanımlanması.....	11
2.4.2. Tedarikçi seçim kriterleri	12
2.4.3. Ön eleme	16
2.4.4. Tedarikçi seçim modelleri.....	17
3. SEZGİSEL BULANIK KÜMELER.....	21
3.1. Giriş.....	21
3.2. Bulanık Kümeler	21
3.3. Sezgisel Bulanık Kümenin Tanımı	23
3.4. Sezgisel Bulanık Kümenin Bulanık Küme ve Aralıklı Bulanık Küme ile İlişkisi.....	24

Sayfa

3.5. Sezgisel Bulanık Küme Operatörleri	25
3.6. Sezgisel Bulanık Kümelerin Uzaklık ve Benzerlik Ölçüleri.....	27
3.6.1. Benzerlik ölçüleri	27
3.6.2. Benzerlik ölçülerinin karşılaştırılması	31
3.7. Sezgisel Bulanık Kümelerde Skor ve Tamlık Fonksiyonları.....	32
4. SEZGİSEL BULANIK TERCİH İLİŞKİLERİ	35
4.1. Giriş.....	35
4.2. Bulanık Tercih İlişkisinin Tanımı	36
4.3. Bulanık Tercih İlişkilerinde Geçişlilik Özelliği	36
4.4. Sezgisel Bulanık Tercih İlişkisinin Tanımı.....	38
4.5. Sezgisel Bulanık Tercih İlişkileri için Çarpımsal Geçişlilik.....	39
4.6. Çarpımsal Tutarlı Sezgisel Bulanık Tercih İlişkileri	45
4.7. Tutarlı Sezgisel Tercih İlişkisinin Öncelik Vektörü	47
4.8. Eksik Tercih İlişkilerinin Kayıp Değerlerinin Tahmini	49
5. UYGULAMA	51
5.1. Problemin Tanımlanması	51
5.2. Kriterlerin Belirlenmesi	52
5.3. Ön Eleme.....	52
5.4. Son Seçim.....	53
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	65
EKLER.....	77
EK-1 Tedarikçi firma değerlendirme formu	78
EK-2 Karar vericilerin tedarikçileri değerlendirme sonuçları	82

	Sayfa
EK-3 Kriter önem derecelerini belirleme formu	84
ÖZGEÇMİŞ	86

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Tedarikçi seçim çerçevesi	11
Çizelge 2.2. Dickson'ın tedarikçi seçim kriterleri	13
Çizelge 2.3. Tedarikçi seçim kriterlerinin önem dereceleri	14
Çizelge 3.1. Benzerlik ölçülerinin sakıncaları	33
Çizelge 5.1. p parçası için belirlenen tedarikçi seçim kriterleri.....	52
Çizelge 5.2. Karar vericiler bazında aday tedarikçilerin kriterleri karşılama dereceleri	56
Çizelge 5.3. Aday tedarikçilerin kriterleri karşılama dereceleri	57
Çizelge 5.4. Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için karar vericilerden sağlanan sezgisel bulanık tercih ilişkileri.....	57
Çizelge 5.5. Karar vericilerden sağlanan sezgisel bulanık tercih ilişkilerinin B^* matrisleri	59
Çizelge 5.6. Karar vericilerden sağlanan kriter ağırlıkları.....	60
Çizelge 5.7. Aday tedarikçilerin en ideal çözüme benzerlikleri	61

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Örnek tedarik zinciri şebekesi.....	5
Şekil 2.2. Satın alma kararlarını etkileyen faktörler ve önem dereceleri.....	7
Şekil 3.1. Sıcaklık kümesi.....	22
Şekil 3.2. Sıcaklık için bulanık küme örneği	23
Şekil 5.1. Tedarikçi seçim probleminin hiyerarşik gösterimi	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
BKT	Bulanık küme teorisi
BTİ	Bulanık tercih ilişkisi
SAF	Satın alma fonksiyonu
SBT	Sezgisel bulanık küme
SBTİ	Sezgisel bulanık tercih ilişkisi
TS	Tedarikçi seçimi
TSP	Tedarikçi seçim problemi
TSS	Tedarikçi seçim süreci
TZ	Tedarik zinciri
TZY	Tedarik zinciri yönetimi

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ve beraberinde getirdiği küreselleşme rekabeti artırmaktadır. Artan küresel rekabet ile birlikte şirketler pazarda sadece yerel rekabetçilerle değil aynı zamanda küresel rekabetçilerle de rekabet etmek zorunda kalmaktadır. Rekabetçiler karşısında avantaj sağlayabilmek için müşteri istekleri düşük maliyetle karşılanmalıdır. Şirketlerin başarısı önemli ölçüde değişen müşteri isteklerine hızlı ve tam cevap verebilme yeteneğine bağlıdır. Bunu başarabilmek için son zamanlarda şirketler tedarik zinciri yönetimine (TZY) odaklanmıştır. Tedarik zincirinin (TZ) ana amacı TZ riskini ve üretim maliyetlerini azaltmak, geliri maksimize etmek, müşteri hizmet seviyesini artırmak, stok seviyelerini, iş süreçlerini ve çevrim zamanını optimize etmek, ve böylece rekabetçiliği, müşteri memnuniyetini ve karı artırmaktır [Simchi-Levi ve ark., 2003; Chou ve Chang, 2008; Ha ve Krishnan, 2008].

TZ'nin en önemli aktivitelerinden biri etkin bir satın alma fonksiyonudur (SAF) [Porter ve Millar, 1985; Giunipero ve Brand, 1996; Cakravastia ve Takahashi, 2004; Chou ve Chang, 2008]. SAF küreselleşme, hızlı teknolojik değişiklik gibi faktörlere bağlı olarak TZY'de büyük bir ilgi toplamıştır. SAF hammaddelerin, bileşen parçaların satın alınması gibi çeşitli satın almaları kapsar. SAF'ın en önemli aktivitesi organizasyona önemli tasarruflar getirmesi nedeniyle uygun tedarikçinin seçimidir [Hag ve Kannan, 2006].

Birçok endüstride, hammaddelerin ve bileşen parçaların maliyeti bir ürünün ana maliyetini oluşturur, hatta bazı durumlarda bu %70'ni oluşturabilir [Ghobadian ve ark., 1993]. Yüksek teknoloji firmalarında ise, satın alınan malzemeler ve hizmetler toplam ürün maliyetinin %80'nini temsil eder [Weber ve ark., 1991]. Bu nedenle, tedarikçi seçimi (TS) günümüz firmalarının başarısında oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Doğru TS maliyetlerin azaltılmasını ve rekabet gücünün artırılmasını sağlarken yanlış tedarikçilerin seçimi rekabet gücünü azaltır ve firmanın başarısız olmasına neden olur.

TS işletmeler için oldukça önemli bir faaliyet olduğu için tedarikçi seçim problemi (TSP) ile ilgili birçok model geliştirilmiştir. Gerçek dünyadaki uygulamaların büyük bir çoğunluğu belirsizlik altında karar vermeyi gerektirdiğinden dolayı bu modeller içinden bulanık küme teorisi (BKT) oldukça ilgi çekmiştir. Literatürde BKT'ye dayanan birçok uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalarda, karar vericinin karar verme problemi hakkındaki bilgisini kolayca yansıtmasını sağlaması ve belirsizliği dikkate almasından dolayı bulanık tercih ilişkileri (BTİ) en yaygın kullanılan bilgi gösterim biçimidir. Orlovsky tarafından geliştirilen BTİ, bir kriterin (veya alternatif) değerine göre önemini $[0,1]$ arasında değişen tercih derecesi ile gösterir [Orlovsky, 1978]. BTİ karar vericinin bilgisini ifade etmesinde iyi bir araç olmasına rağmen bazı durumlarda yetersiz kalabilmektedir, yani karar verici tercih bilgisi hakkında emin olmayabilir. Kriterler (veya alternatifler) arasındaki tercih ilişkisini üye olma, üye olmama ve tereddüt derecesi ile gösterilen sezgisel bulanık tercih ilişkileri (SBTİ) böyle durumlarda oldukça kullanışlıdır.

SBTİ, Xu tarafından 2007 yılında geliştirilmiştir [Xu, 2007a]. Yeni geliştirilen bir kavram olduğu için bu konuda yapılan çalışma sayısı azdır ve bu konudaki bilgi düzeyi yetersiz olduğu için gerçek bir karar verme problemine uygulanamamıştır. Karar verici tarafından sağlanan tercih ilişkisinin tutarlı olup olmadığının test edilmesi ve öncelik vektörünün bulunması gerçek bir uygulama yapabilmek için cevaplanması gereken en önemli sorunlardır. Bu çalışma literatüre iki yönden katkıda bulunacaktır:

- I. SBTİ'yi teorik açıdan yeterli düzeye getirmek
- II. Bu yöntemin, gerçek bir karar verme problemine uygulanabileceğini göstermek.

Bunları başarabilmek için bu tez çalışması şu şekilde yapılandırılmıştır:

İkinci bölümde; yöntemin uygulanacağı alan olan TS ele alınacaktır. Bu bölümde, TS'nin daha iyi anlaşılabilmesi için ilk önce TZ ve TZY kavramları açıklanacaktır.

Daha sonra TS, tedarikçi seçim problemi (TSP), TS'nin önemi ve tedarikçi seçim süreci (TSS) şeklinde üç alt bölümde incelenecektir.

Üçüncü bölümde, sezgisel bulanık küme (SBK) kavramının anlaşılmasını kolaylaştırmak için ilk önce BK açıklanacaktır. Daha sonra, SBK'nın tanımı ve SBK'nın BK ve aralıklı BK ile ilişkisi gösterilecektir. İzleyen iki alt bölümde, SBK'nın operatörleri ve benzerlik ölçüleri incelenecektir. Son olarak, SBK için geliştirilen skor fonksiyonu ve tamlık fonksiyonu ele alınacaktır.

Dördüncü bölümde, öncelikle BTİ ve onun için geliştirilen geçişlilik özellikleri detaylı olarak incelenecek ve SBTİ'nin tanımı verilecektir. Daha sonra, SBTİ için çarpımsal geçişlilik özelliği tanımlanacaktır. İzleyen alt bölümlerde SBTİ için büyük sorun teşkil eden ve geçişlilik özelliği ile ilişkili olan tercih ilişkilerinin tutarlılığının test edilmesi, tutarlı tercih ilişkilerinin öncelik vektörünün bulunması ve kayıp değerlerin tahmin edilmesi için çarpımsal geçişliliğe dayalı teoriler geliştirilecek ve bunlar ispatlanacaktır.

Beşinci bölümde, SBTİ'nin gerçek bir karar verme problemine uygulanabilirliğini göstermek için amacı en iyi tedarikçiyi seçmek olan TSP ile ilgili bir uygulama gösterilecektir.

Son bölümde, tez çalışması sonuçlandırılacaktır.

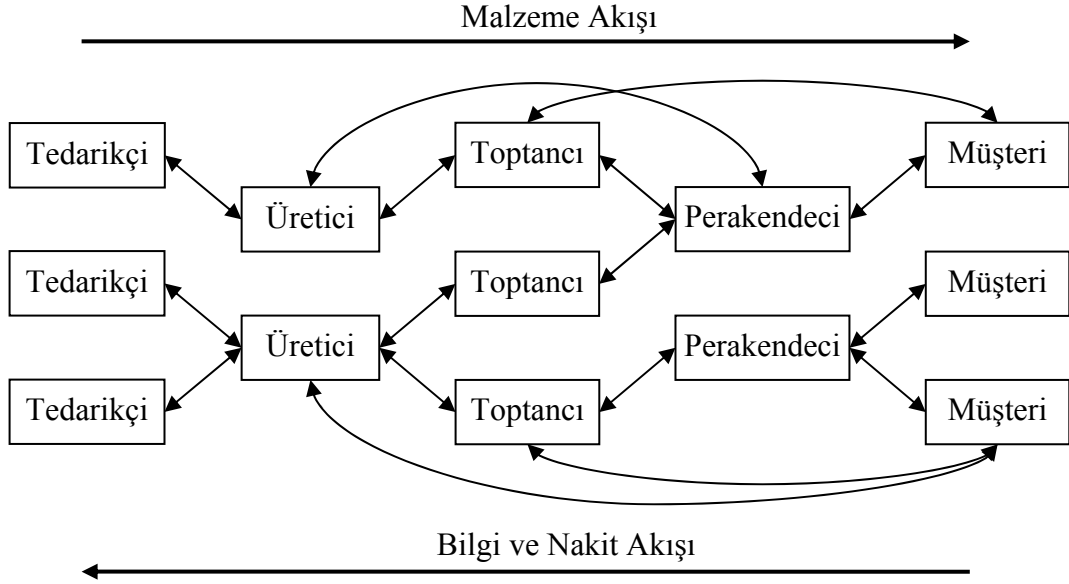
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Pazarın küreselleşmesi ve artan rekabet firmaları bütünleşik bir strateji olan TYZ'ye yönlendirdi. TZY kavramı 1980'li yıllarda Chrysler şirketinde, satın alınan malzemelerin yeryüzüne çıkarılmasından son montajın çizelgelenmesine kadar yönetilmesi şeklinde yeniden tanımlanması ile ortaya çıktı [Smock, 2003]. TZY genellikle kurumların işletme faaliyetlerinde gelişmeler yapabildiği en iyi araçlardan biri olarak tanımlanır [Fisher, 1994].

TZ, mal ve hizmetlerin tedarik aşamasından, üretimine ve tüketiciye ulaşıncaya kadar birbirini izleyen tüm faaliyetlerin ve fonksiyonların bütünüdür [Waters, 2003]. Diğer bir tanıma göre, hammaddeleri elde eden, bunları yarı ve tamamlanmamış ürünlere dönüştüren ve ardından bir dağıtım sistemi vasıtasıyla bu ürünleri müşterilere teslim eden yapılar şebekesidir [Lee ve Billington, 1993]. Genel olarak, TZ hammaddelerin yeryüzüne çıkarılmasından bitmiş ürünün müşterinin kullanımına hazır hale getirilmesine kadar (satış sonrası hizmetler de dâhil) ürün, bilgi ve nakit akışını gösteren bir şebekedir.

Şekil 2.1'de bir örnek TZ şebekesi gösterilmektedir. Bu şebeke tedarikçi, üretici, toptancı, perakendeci, müşteri ve bunlar arasındaki malzeme, bilgi ve nakit akışından oluşmaktadır. Malzeme akışı tedarikçiden üreticiye, üreticiden toptancıya, toptancıdan perakendeciye ve perakendeciden müşteriye doğru gerçekleşir. Bilgi ve nakit akışı ise tersi yönde gerçekleşir. Ürün, müşteri tarafından kullanıldıktan sonra ya geri dönüşüme uğrar ya da doğaya atılır ve böylece bir döngü oluşur. Ayrıca, her TZ şebekesinde bütün elemanlar bulunmayabilir. Örneğin, Dell firması tedarikçilerden gelen hammaddeyi ürüne dönüştürdükten sonra doğrudan müşteriye ulaştırmaktadır. Bu zincirde toptancı ve perakendeci bulunmamaktadır.



Şekil 2.1. Örnek tedarik zinciri şebekesi

TZY en basit şekliyle TZ'nin elemanları arasındaki akışın işletmenin hedeflerine ulaşmasını sağlayacak şekilde yönetilmesidir. Literatürde TZY ile ilgili çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

TZY, müşteri tatmini sağlamak için ürünün doğru miktarda üretilip dağıtılmasında, doğru zamanda doğru yerde olmasının sağlanmasında, tedarikçilerin ve üreticilerin depolarından etkin bir şekilde kullanılmasında uygulanan yaklaşımların bütünüdür [Ballou, 1999].

Simchi-Levi ve ark. 2000 yılında yaptıkları bir çalışmada TZY'yi, bütün sistemin maliyetini minimize etmek için bitmiş ürünlerin doğru miktarda doğru zamanda üretilmesini ve doğru noktaya dağıtılmasını sağlayan tedarikçilerin, imalatçıların, depoların ve mağazaların etkin bir şekilde bütünleştirilmesinde kullanılan yaklaşımların bütünü olarak tanımlar [Simchi-Levi ve ark., 2000].

Chopra ve Meindl'e göre, TZY, TZ'nin toplam karlılığını maksimize etmek amacıyla, TZ'deki maliyet unsurlarının TZ boyunca bütünleşik bir şekilde yönetilmesidir [Chopra ve Meindl, 2004].

Bu tanımlardan anlaşılacağı üzere işletmelerin müşteri memnuniyetini sağlayan ve minimum maliyetli ürünler üretmesi sadece kendi üretim sürecine bağlı değildir. Bunu zincirdeki diğer elemanları etkin bir şekilde yöneterek başarabilir.

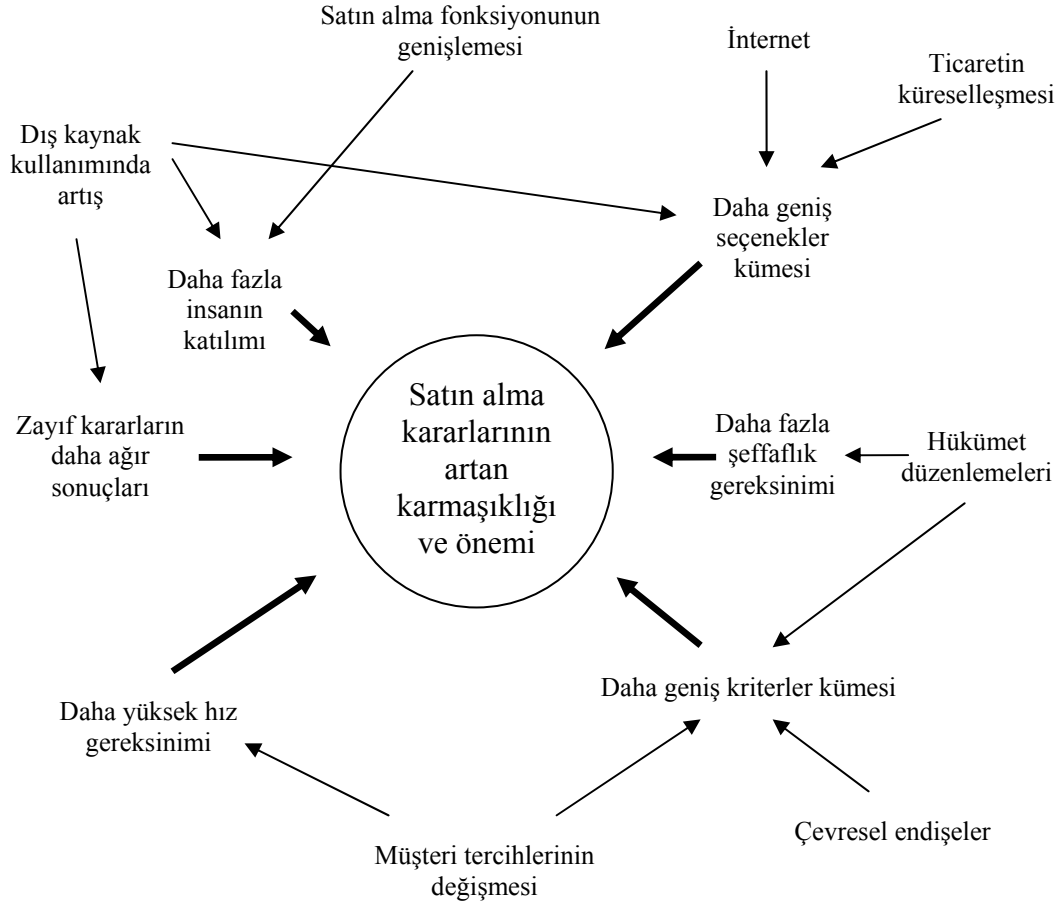
Günümüzde TZY kavramının gelişmesiyle artık rekabet kavramının boyutu değişmeye, firmalar bazındaki rekabet TZ'ler bazında rekabete dönüşmeye başlamıştır [Vickery ve ark., 1999].

2.2. Tedarikçi Seçim Problemi

TS daha öncede belirtildiği gibi firmaların başarısı üstünde önemli bir etkiye sahiptir. TSP firmaların üretimde kullanacakları hammaddelerin ve bileşen parçaların hangi tedarikçi ya da tedarikçilerden alınacağı belirlenmesi olarak tanımlanabilir. TS'de amaç müşteri isteklerini karşılayan kaliteli ve küresel rekabetin gerektirdiği düşük maliyetli ürünlerin üretilmesini ve bunun sürekliliğini sağlayacak tedarikçi ya da tedarikçilerle çalışmaktır.

TS hem nicel hem de nitel faktörleri içeren çok amaçlı bir problemdir [Ghodsypour ve O'Brien, 1998]. TSP yapısında nicel ve nitel kriterler içermesi, bu kriterlerin bazen birbirleriyle çelişen ve bazen de birbirini tamamlayan yapıda olması ve fazla sayıda tedarikçi olması nedeniyle karmaşık bir problem olarak tanımlanmaktadır [Muralidharan ve ark., 2001]. Ayrıca, Şekil 2.2'de bazı gelişmelerin satın alma kararlarının karmaşıklığını ve önemini nasıl etkilediği gösterilmektedir. Dış kaynak kullanımının artması organizasyonları tedarikçilerine daha bağımlı hale getirdi ve bu nedenle zayıf kararların organizasyon üstündeki etkisi arttı. Ayrıca dış kaynak kullanımının artmasıyla ve SAF'ın genişlemesiyle daha fazla kişi bu sürece dâhil olmaya başladı ve bu da daha fazla karar verici tarafından kararların verilmesine neden oldu. Ticaretteki küreselleşme ve internet kullanımının artması satın alma için daha geniş seçenekler kümesi oluşturulmasını sağlarken seçeneklerden hangisinin en iyi olduğunu belirlemek zorlaştı. Ayrıca, müşteri tercihlerindeki hızlı değişim ve bazı çevresel etkiler organizasyonları değişkilere daha hızlı cevap vermeye ve seçim için

daha fazla kriteri dikkate almaya zorladı. Hükümet düzenlemelerinin de bu süreç üstünde etkisi bulunmaktadır.



Şekil 2.2. Satın alma kararlarını etkileyen faktörler ve önem dereceleri [De Boer ve ark., 2001]

Ghodsypour ve O'Brien tedarikçi seçim problemini temel olarak iki gruba ayırmaktadır [Ghodsypour ve O'Brien, 1998]:

1. Hiçbir kısıdın olmadığı durumda TS (Tek kaynaklı). Diğer bir deyişle, bütün tedarikçiler alıcının talep, kalite ve teslimat gibi gereksinimlerini karşılayabilir. Bu tip seçim probleminde yönetimin alması gereken tek karar hangi tedarikçinin en iyi olduğudur.
2. Tedarikçinin kapasitesinde, kalitesinde v.b. bazı kısıtlayıcıların olduğu TSP (Çok kaynaklı). Diğer bir deyişle, hiçbir tedarikçi alıcının bütün gereksinimlerini

karşılayamaz ve alıcı bir tedarikçiden talebinin bir kısmını alma, ilk tedarikçinin kapasite veya kalitesindeki bir sıkıntıdan dolayı diğer parçasını da başka bir tedarikçiden alma gereği duyar. Bu tip seçim probleminde yönetimin alması gereken iki karar vardır: hangi tedarikçiler en iyilerdir ve her birinden ne kadar alınması gerekir.

2.3. Tedarikçi Seçiminin Önemi

Günümüz rekabet ortamında TS kararı bir üretim işletmesinin başarısı için büyük önem taşımaktadır [Weber ark., 2000]. SAF'ın öneminin artmasıyla satın alma kararları daha önemli olmaya başladı [De Boer ve ark., 2001]. Doğru tedarikçileri seçmek önemli ölçüde satın alma maliyetini azaltabilir ve kurumsal rekabeti artırabilir [Willis ark., 1993]. Yanlış tedarikçilerin seçimi ise satın alan şirket için önemli operasyonel ve finansal problemlere neden olabilir [Degraeve ve Roodhooft, 1999].

Birçok endüstride, hammaddelerin ve bileşen parçaların maliyeti bir ürünün ana maliyetini oluşturur, hatta bazı durumlarda bu %70'e ulaşabilir [Ghobadian ve ark., 1993]. Yüksek teknoloji firmalarında ise, satın alınan malzemeler ve hizmetler toplam ürün maliyetinin %80'nini temsil eder [Weber ve ark., 1991]. Satın alma bölümü bir şirketin maliyet azaltması, karlılığı ve esnekliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğundan dolayı bir organizasyonun etkinliğinde ve etkililiğinde önemli rol oynayabilir [Ghodsypour ve O'Brien, 2001]. Doğru tedarikçiyi seçmek önemli ölçüde satın alma maliyetini indirir ve kurumsal rekabet gücünü artırır ki, bu birçok uzmanın TS'nin satın alma bölümünün en önemli aktivitesi olduğuna inanmasının nedenidir [Willis ve ark., 1993].

Son yıllarda ürün yaşam eğrilerinin kısalması ve pazara katılan yeni rekabetçilerin varlığı işletmeleri kısa sürede yeni ürünler ve hizmetler sunmaya zorlamaktadır. Yeni modeller genellikle tamamen yenilenmiş malzemeler ya da yeni teknolojiler kullanılarak geliştirilmek zorundadır [Ding ve ark, 2003]. Yeni ürünler ve hizmetler

geliştirmek tamamıyla tedarikçinin cevap verebilme yeteneğine bağlı olduğundan dolayı TS firmalar için oldukça önemlidir.

Yoėun küresel rekabet ortamında firmalar varlıklarını sürdürebilmek için daha düşük maliyetli daha kaliteli ürünler üretmenin yollarını aramaya başlamıştır. Firmalar, tedarikçilere güvensizlik gibi çeşitli nedenlerden dolayı yüksek seviyede tutulan stokların düşük maliyetli ürün üretmede bir engel oluşturduğu anlamış ve bir takım yeni üretim felsefelerini benimsemişlerdir. Bu üretim felsefelerinden biri olan “Tam Zamanında Üretim”, üretimde kullanılacak olan malzemenin ihtiyaç duyulduğu anda tedarik edilmesi ile stok seviyesini azaltan bir felsefedir. Tam zamanında üretim az sayıda tedarikçiyle uzun dönemli ilişkilerin kurulmasını gerektirir [Jayaraman ve ark., 1999]. Ayrıca, bu sistemin başarılı bir şekilde işlemesi, tedarikçilere yüksek düzeyde güven duyulmasını gerektirdiğinden dolayı bu sistemde TS oldukça önemlidir.

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak uzak pazarlara kolay erişimin sağlanması rekabet kavramını farklı bir boyuta getirmiştir. Rekabetin artmasından dolayı firmalar pazar paylarını korumak için daha fazla çaba göstermektedir. Son yıllarda rekabetin artması ve tüketicilerin bilinçlenmesiyle, firmalar, varlıklarını sürdürebilmelerinin en önemli unsurlarından birinin müşteri olduğunu anlamışlardır. Böylece müşteriye verilen önem artırmış ve temel amacı müşteri memnuniyeti olan “Müşteri İlişkileri Yönetimi” kavramı ortaya çıkmıştır. Müşteri memnuniyeti sürekli yüksek kaliteli ürün üretmek ve yüksek kaliteli müşteri hizmeti sağlamayı gerektirir. Bu ise ürün ve hizmet maliyetlerinde artışa ve dolayısıyla rekabet gücünün zayıflamasına neden olur. Bu nedenle, firmalar müşteri memnuniyetini sağlayan düşük maliyetli kaliteli ürün ve hizmet üretmek için bir takım yeni yönetim yaklaşımları benimsemişlerdir. Bu yönetim yaklaşımlarından biri olan “Toplam Kalite Yönetimi”, kalite maliyetlerini ve verimsizlikleri azaltmaya çalışır. Kalite maliyetlerinin büyük bir kısmını doğrudan tedarikçilerden gelen ürünler oluşturmaktadır. Bu çelişen iki kavramı, müşteri memnuniyeti ve düşük maliyet, gerçekleştirmek için firmaların istediği düzeyde kaliteli ürünü sürekli sunan tedarikçi firmalar ile çalışması gerekmektedir.

Birçok büyük organizasyon ya kendi ürettiğinde masraflı olan ya da işiyle ilgili olmayan aktivitelerde dış kaynak kullanmaktadır. Accenture tarafından yapılan bir çalışmaya göre, incelenen firmaların %80'i bir tür dış kaynak kullanımına başvurmakta ve bu firmaların büyük bir çoğunluğu toplam bütçelerinin %45'ine yakınına dış kaynak kullanımına harcamaktadır [Accenture Consulting, 2005]. Bir firma, başarılı dış kaynak kullanımı için tedarikçileri ile güçlü bir ilişkiye sahip olmak zorundadır [Wadhwa ve Ravindran, 2007]. Bu tedarikçilere olan bağımlılığı artırdığından dolayı dış kaynak kullanımında TS büyük öneme sahiptir.

2.4. Tedarikçi Seçim Süreci

TSS problemin ortaya çıkışından çözümün elde edilmesine kadar olan geniş bir süreçtir. Bu seçim süreci dört aşamadan oluşmaktadır [De Boer ve ark., 2001]:

1. TS ile tam olarak neyin başarılmak istendiğinin ortaya konması (Problemin tanımlanması).
2. TS'de dikkate alınması gereken kriterlerin belirlenmesi (TS kriterleri).
3. Amaçlara uymayan aday tedarikçilerin elenmesi (Ön Eleme).
4. Amaçlara uyan tedarikçi ya da tedarikçilerin belirlenmesi için son seçimin yapılması (TS'de kullanılan modeller).

Çizelge 2.1 bu aşamaları yeni görev (daha önce çalışılmayan tedarikçilerden tamamen yeni ürün/hizmetin tedarik edilmesi durumu), modifiye edilmiş satın almalar (daha önce çalışılan tedarikçilerden yeni bir ürün tedarik edilmesi durumu), düz satın almalar (sıradan parçaların tedarik durumu) ve düz satın almalar (stratejik önemli parçaların tedarik durumu) çerçevesinde göstermektedir. Yeni görev durumunda önceden bilinmeyen tedarikçilerden tamamen yeni bir ürün ya da hizmet alındığı için çok sayıda tedarikçi seçim kriterinin dikkate alınması gerekir. Bu nedenle bu tip kararlar yüksek belirsizlik seviyesine sahiptir [Faris, 1967]. Modifiye edilmiş satın almalarda bilinen tedarikçilerden yeni ürünler alındığı için daha az sayıda kriterin dikkate alınması gerekir ve belirsizlik seviyesi yeni görev durumuna göre nispeten düşük seviyededir. Sıradan parçaların tedariki firmalar açısından düşük

öneme sahiptir ve sıklıkla önceki alınan kararlar tekrar eder. Stratejik parçaların tedariki firmalar için oldukça yüksek öneme sahiptir ve bu parçaları sağlayabilecek tedarikçi sayısı oldukça azdır.

Çizelge 2.1. Tedarikçi seçim çerçevesi [De Boer ve ark., 2001]

	Yeni görev	Modifiye edilmiş satın almalar	Düz satın almalar (sıradan parçalar)	Düz satın almalar (stratejik parçalar)
Problemin tanımı	Bir tedarikçi kullan ya da kullanma? Değişken önemli	Daha çok, daha az ya da başka tedarikçi kullan? Orta/yüksek önemli	Mevcut tedarikçiyi değiştir? Düşük/orta önemli	Tedarikçiler ile nasıl iş yapılacak? Yüksek önemli
	Kapalı karar	Tekrar edilen karar	Tekrar edilen karar	Tekrar edilen değerlendirme
Kriterlerin belirlenmesi	Tedarikçiler hakkında geçmiş bilgi yok.	Tedarikçiler hakkında geçmiş bilgi mevcut	Tedarikçiler hakkında geçmiş bilgi mevcut	Tedarikçiler hakkında geçmiş bilgi mevcut, fakat çok az seçim
	Önceden kullanılan kriterler yok	Önceden kullanılan kriterler mevcut	Önceden kullanılan kriterler mevcut	Önceden kullanılan kriterler mevcut
Eleme	Küçük tedarikçi kümesi Sıralamadan ziyade ayıklama Geçmiş kayıtlar yok	Büyük tedarikçi kümesi Sıralamanın yanında ayıklama Geçmiş kayıtlar mevcut	Büyük tedarikçi kümesi Sıralamanın yanında ayıklama Geçmiş kayıtlar mevcut	Çok küçük tedarikçi kümesi Sıralamanın yanında ayıklama Geçmiş kayıtlar mevcut
Seçim	Küçük tedarikçi kümesi	Küçük tedarikçi kümesi	Küçük tedarikçi kümesi	Çok küçük tedarikçi kümesi (genellikle tek tedarikçi)
	Ayıklamadan ziyade sıralama Çok sayıda kriter	Ayıklamadan ziyade sıralama Daha az sayıda kriter	Ayıklamadan ziyade sıralama Daha az sayıda kriter	Seçimden ziyade değerlendirme Tek kaynak
	Geçmiş kayıtlar yok	Geçmiş kayıtlar mevcut	Geçmiş kayıtlar mevcut	Geçmiş kayıtlar mevcut

2.4.1. Problemin tanımlanması

Günümüzde teknoloji, rekabet, üretim stratejileri, ürün yaşam eğrileri v.b. sürekli olarak değişmektedir ve bu değişimler firmaların başarısı üstünde büyük etkiye sahiptir. Özellikle TS’de bu değişimlerin etkisi oldukça büyüktür. Örneğin, teknolojiye bağlı olarak kullanılan üretim araçlarını sürekli değiştirmektedir. Değişen ekipmanlar ise kullanılan girdi de bir takım değişikliklere neden olmaktadır. Bunun

yanı sıra ürün yaşam eğrilerinin zaman içerisinde kısılması pazara yeni ürünlerin sunulmasını gerektirmektedir. Bunlar, ancak değişikliklere hızlı ve doğru şekilde cevap verebilen tedarikçilerle çalışıldığında başarılabilmektedir. Firmalar tedarikçilerini doğru bir şekilde seçebilmek için öncelikle gelecekte ulaşmak istedikleri noktayı iyi belirlemeli ve tedarikçi seçim problemini de bu koşullar altında tanımlamalıdır. Problem tanımında, tedarikçiler ile kurulacak ilişkilerin boyutunun ve süresinin ne olacağı, ne tür alımlar yapılacağı, yani tedarikçilerden beklentiler tam olarak belirlenmelidir. Ayrıca, şu anki tedarikçinin değiştirilip değiştirilmeyeceği, daha az sayıda tedarikçi ile mi yoksa daha çok sayıda tedarikçi ile mi çalışılacağı da belirlenmelidir.

2.4.2. Tedarikçi seçim kriterleri

TS çok sayıda nitel ve nicel kriterin aynı anda değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir yapıya sahiptir. TS kriterleri ile ilgili en önemli çalışmalardan biri Dickson tarafından yapıldı [Dickson, 1966]. Dickson TS’de dikkate alınması gereken 23 kriter tespit etti. 273 satın alma acentesi ve yöneticisine posta anketi gönderdi ve toplam 170 yanıt aldı. Alınan cevaplara göre kriterlerin önem derecesi tespit edildi. Çizelge 2.2’de Dickson’ın çalışmasında elde ettiği sonuçlar verilmiştir.

Dickson’ın çalışmasına göre en önemli kriter 3,508 önem derecesi ile kalitedir. Fiyat kriteri, teslimat, performans geçmişi, garanti ve şikayet politikaları ve üretim tesisleri ve kapasite kriterlerinin arkasında 6. sırada oldukça önemli kriterler arasında yer almaktadır. Ayrıca teknik yeterlilik ve finansal durum kriterleri de oldukça önemli kriterler grubuna dâhildir. 1,5–2,5 arasında önem derecesine sahip olan prosedürlere uyma, iletişim sistemi, endüstrideki itibarı ve pozisyonu, iş yapma isteği, yönetim ve organizasyon, operasyonel kontroller, tamir hizmeti, tutum, izlenim, paketleme yeteneği, işçi ilişkileri kayıtları, coğrafi yerleşim, geçmiş iş miktarı ve eğitim yardımları kriterleri orta öneme sahip kriterler olarak sınıflandırılmaktadır. Karşılıklı düzenlemeler ise 0,610 önem derecesi ile en az önemli kriterdir.

Çizelge 2.2. Dickson'ın tedarikçi seçim kriterleri [Dickson, 1966]

Sıralama	Kriter	Ortalama Önem Derecesi	Değerlendirme
1	Kalite	3,508	Çok önemli
2	Teslimat	3,417	
3	Performans geçmişi	2,998	
4	Garanti ve şikâyet politikaları	2,849	
5	Üretim tesisleri ve kapasite	2,775	Oldukça önemli
6	Fiyat	2,758	
7	Teknik yeterlilik	2,545	
8	Finansal durum	2,514	
9	Prosedürlere uyma	2,488	
10	İletişim sistemi	2,426	
11	Endüstrideki itibarı ve pozisyonu	2,412	
12	İş yapma isteği	2,256	
13	Yönetim ve organizasyon	2,216	
14	Operasyonel kontroller	2,211	
15	Tamir hizmeti	2,187	Orta önemli
16	Tutum	2,120	
17	İzlenim	2,054	
18	Paketleme yeteneği	2,009	
19	İşçi ilişkileri kayıtları	2,003	
20	Coğrafi yerleşim	1,872	
21	Geçmiş iş miktarı	1,597	
22	Eğitim yardımları	1,537	
23	Karşılıklı düzenlemeler	0,610	Az önemli

0=Önemsiz 0-1,5=Az önemli 1,5-2,5=Orta önemli

2,5-3,5=Oldukça önemli 3,5-4=Çok Önemli

Weber ve ark. 1966–91 yılları arasında literatürde yayınlanan 74 makaleyi kapsayan bir çalışma yaptı [Weber ve ark., 1991] ve Dickson tarafından belirlenen 23 tedarikçi seçim kriterinin önem derecelerini yeniden belirledi. Zhang ve ark. 1992–2003 yılları arasında yayınlanan 49 makale için Weber ve ark. tarafından yapılan çalışmanın bir benzerini yaptı [Zhang ve ark., 2004]. Çizelge 2.3 Dickson, Weber ve ark. ve Zhang ve ark. tarafından yapılan çalışmalardaki sonuçları göstermektedir.

Dickson'ın çalışmasında 1A ile çok önemli olarak sınıflandırılan kalite kriteri, Weber ve ark.'nin çalışmasında 3. sıra, Zhang ve ark. çalışmasında ise 2. sırada yer almıştır. Teslimat ve kalite kriterleri üç çalışmada da ilk üçte yer alırken Dickson'ın çalışmasında 6. sırada bulunan net fiyat kriteri diğer iki çalışmada 1. sırada yer

almıştır. Zhang ve ark. bunun nedenini net fiyatın anlamının genişlemesine bağlamıştır. Dickson fiyat kriterini indirim ve navlun ücretleri de dâhil her bir tedarikçi tarafından teklif edilen fiyat olarak tanımlarken, Zhang ve ark. artık net fiyatların sabit maliyet, tasarım maliyeti ve tedarikçi maliyeti, stok tutma ve sabit sipariş maliyeti, kalite maliyeti, teknoloji ve satış sonrası servis maliyeti gibi maliyetleri içerdiğine işaret etmiştir.

Çizelge 2.3. Tedarikçi seçim kriterlerinin önem dereceleri [Zhang ve ark., 2004'den uyarlanmıştır]

Dickson		Kriterler	Zhang ve ark.			Weber ve ark.		
Sıra	Derece ^a		Sıra ^b	No.	%	Sıra ^c	No.	%
6	1	Net fiyat	1	39	87	1	61	80
1	1A	Kalite	2	37	82	3	40	53
2	1	Teslimat	3	33	73	2	44	58
5	1	Üretim tesisleri ve kapasite	4	20	44	4	23	30
7	1	Teknik yeterlilik	5	15	33	6	15	20
8	1	Finansal durum	6	13	29	9	7	9
20	2	Coğrafi yerleşim	7	5	11	5	16	21
13	2	Yönetim ve organizasyon	7	5	11	7	10	13
3	1	Performans geçmişi	7	5	11	9	7	9
14	2	Operasyonel kontroller	7	5	11	13	3	4
10	2	İletişim sistemi	7	5	11	15	2	3
11	2	Endüstrideki itibar ve pozisyon	12	3	7	8	8	11
15	2	Tamir hizmeti	13	2	4	9	7	9
18	2	Paketleme yeteneği	13	2	4	13	3	4
22	2	Eğitim yardımları	13	2	4	15	2	3
9	2	Prosedürlere uyma	13	2	4	15	2	3
19	2	İşçi ilişkileri kayıtları	13	2	4	15	2	3
4	1	Garanti ve şikâyet politikaları	13	2	4	23	0	0
16	2	Tutum	19	1	2	12	6	8
23	3	Karşılıklı düzenlemeler	19	1	2	15	2	3
17	2	İzlenim	21	0	0	15	2	3
12	2	İş yapma isteği	21	0	0	21	1	1
21	2	Geçmiş iş miktarı	21	0	0	21	1	1

Derece^a: 1A=Çok önemli, 1=Oldukça önemli, 2=Orta önemli, 3=Az önemli

Sıra^b: Zhang ve ark.'nın çalışmasındaki frekanslara göre

Sıra^c: Weber ve ark.'nın çalışmasındaki frekanslara göre.

Weber ve ark.'nın çalışmasında tam zamanında üretim felsefesinin kriterler üzerindeki etkisi araştırılmıştır [Weber ve ark., 1991]. Tam zamanında üretim ile ilgili dikkate alınan çalışmaların hepsinde kalite ve teslimat kriterleri kullanılmış ve coğrafik yerleşim ve üretim tesisi ve kapasitesi kriterlerinin önem derecesinde artış olmuştur. Ayrıca stok miktarını azaltmayı amaçlayan firmalarda coğrafi yerleşim kriteri oldukça önemlidir. Buradan, kriterlerin öneminin zaman içinde değişmesinde firmalar tarafından benimsenen üretim felsefelerinin etkisi olduğu görülmektedir.

Dickson'ın çalışmasında 2,514 ile 8., Weber ve ark.'nın çalışmasında %9 ile 9. olan finansal durum kriteri, Zhang ve ark.'nın çalışmasında %29 ile 6. sıra yer almaktadır. Bunun nedeni, zaman içerisinde TZY'nin gelişmesiyle TZ'nin karını artırmak için firmaların tedarikçileriyle yakın iş birliği yoluna gitmesidir. İletişim sistemlerinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve tedarikçi alıcı arasında etkin bir bilgi paylaşımının gerekliliği, Weber ve ark.'nın çalışmasında %3 olarak belirlenen iletişim sistemi kriterinin Zhang ve ark.'nın çalışmasında %11'e çıkmasına neden olmuştur [Zhang ve ark., 2004].

Zhang ve ark. çalışmalarında son zamanlarda bu 23 kriterin dışında yönetim anlayışındaki ilerleme ile yeni kriterlerinde dikkate alınmaya başladığını bildirmiştir. Bunlardan ilki ürün tasarımı ve gelişimi kriteridir [Pearson ve Ellram, 1995; Chan, 2003; Choy ve Lee, 2002, 2003; Kannan ve Tan, 2003]. Bir diğeri üretim esnekliği ve müşteriye karşı duyarlılığı da kapsayan esnekliktir [Mummalaneni ve ark., 1996; Ghodsypour ve O'Brien, 1998; Verma ve Pulman, 1998; Masella ve Rangone, 2000; Bevilacqua ve Petroni, 2002, Kumar ve ark., 2004; Kannan ve Tan, 2003; Liu ve Hai, 2005]. Sonuncusu ise alıcılar ve tedarikçiler arasındaki ilişkidir [Mummalaneni ve ark., 1996; Kannan ve Tan, 2003].

TS'de kullanılan kriterler firmanın üretim konusu, üretim felsefesi, rekabet stratejisi, organizasyon kültürü gibi birçok faktörlere bağlı olarak firmadan firmaya göre değişmektedir. Bir firma için önemli olan kriterler başka bir firma için oldukça önemli olmayabilir. Bu nedenle, firmaların kendi organizasyon yapılarını göz önünde

bulundurarak problemi ele almaları ve kullanılacak kriterleri belirlemeleri en doğru yaklaşım olacaktır.

2.4.3. Ön eleme

Daha önce değinildiği gibi ticaretteki küreselleşme ve internet kullanımının artması daha geniş seçenekler kümesinin oluşturulmasını sağlamıştır (Bkz. Şekil 2.2). Bu, firmaların çok sayıda tedarikçiyi dikkate alarak potansiyel tedarikçileri değerlendirmelerini zorunlu kıldığından dolayı satın alma kararlarının firmalara maliyeti ve karar verme süresi artmıştır. Firmaların potansiyel tedarikçilerden amaçlara uymayan adayları elemesi gereksiz maliyetleri ve zaman kaybını önleyebilir. Literatürde bu konuya ilgili gösterilmiş ve konuyla ilgili bazı eleme yöntemleri geliştirilmiştir.

Timmerman tedarikçilerin ayıklanması için basit bir kategorik yöntem önermiştir [Timmerman, 1986]. Bu yöntemde, tedarikçiler kriterler bazında ‘olumlu’, ‘nötr’ ve ‘olumsuz’ şeklinde değerlendirilir ve daha sonra bunlar toplam skora çevrilerek ayıklama işlemi yapılır.

Diğer bir yöntem Hinkle ve ark. ve Holt tarafından tedarikçilerin ön elemesinde kullanılan kümeleme analizidir [Hinkle ve ark., 1969; Holt, 1998]. Kümeleme analizi tedarikçileri performanslarına göre sınıflandıran istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem ile belirli bir küme içindeki tedarikçilerin performansları arasındaki farkın minimum olduğu, farklı kümelerdeki tedarikçiler arasındaki farkın ise maksimum olduğu çok sayıda küme elde edilir. Tedarikçiler çeşitli kümelere ayrılarak ön eleme yapılır.

Ön eleme aşamasında kullanılan diğer bir yöntem veri zarflama analizidir [Weber ve Ellram, 1992; Weber ve Desai, 1996; Weber ve ark., 1998; Papagapiou ve ark., 1996; Liu ve ark., 2000]. Bu yöntemde tedarikçiler birer kara verme birimi, tedarikçilerin performansları girdi, tedarikçi kullanmanın maliyetleri de çıktı olarak dikkate

alınarak etkinlikleri ölçülür. Sonuç olarak tedarikçiler ‘etkin’ ve ‘etkin olmayan’ şeklinde iki sınıfa ayrılır.

Bir yapay zeka yöntemi olan olay tabanlı çıkarım Ng ve ark. tarafından tedarikçilerin ön eleme sürecinde kullanılmıştır [Ng ve ark., 1995]. Lasch ve Janker yeni bir tedarikçi oranlama sistemi geliştirmiş ve bunun ön eleme sürecinde kullanılabileceğine işaret etmiştir [Lasch ve Janker, 2005]. Aissaoui ve ark. tedarikçi performansının değişkenliğini tahmin eden min-max üretkenlik yöntemlerine dayanan bir yaklaşım önermiştir [Aissaoui ve ark., 2007].

Tedariklerin ön elemesinde kullanılan bu yöntemler tedarikçileri sıralamaktan daha ziyade tedarikçileri ayıklamaya yöneliktir. Bu aşama sonucunda her hangi biriyle ya da bir kaçıyla çalışılmasında sakınca bulunmayan aday tedarikçiler elde edilir. Tedarikçiler son aşamada sıralanır ve en iyisi ya da en iyileri belirlenir.

2.4.4. Tedarikçi seçim modelleri

TS firmaların en önemli faaliyetlerden biri olduğundan dolayı bu konuya ilgi oldukça büyüktür. Bu konuda yapılan çalışmalar genellikle firmanın hedefleri doğrultusunda tedarikçilerini seçmelerine yardımcı olan modeller ve çözümler üstünedir. Bu modeller çeşitli açılardan sınıflandırılabilir. Bu çalışmada TSP'nin çözümü için geliştirilen modeller, De Boer ve ark. tarafından verilen sınıflandırma temel alınarak beş ana kategoride incelenecektir [De Boer ve ark., 2001].

- Doğrusal ağırlıklandırma modelleri. Bu modellerde öncelikle TS'de kullanılacak kriterlerin ağırlıkları belirlenir. Daha sonra, kriterler bazında tedarikçinin performansı ile kriter ağırlığı çarpılır. Son olarak, bütün çarpımlar toplanarak tedarikçinin toplam performansı hesaplanır. En yüksek toplam performansla sahip tedarikçi en iyi tedarikçidir. Literatürde doğrusal ağırlıklandırma ile ilgili birçok yöntem bulunmaktadır. Analitik hiyerarşi süreci [Narasimhan, 1983; Nydick ve Hill, 1992; Barbarosoglu ve Yazgaç, 1997; Yahya ve Kingsman, 1999; Masella ve Rangone, 2000; Chan ve Kumar, 2007], analitik ağ süreci [Sarkis ve Talluri,

2002; Bayazit, 2006; Gencer ve Gürpınar, 2007], bulanık küme teorisi [Holt, 1998; Chen ve ark., 2006; Dai ve ark., 2008], fayda teorisi [Dyer ve ark., 1992; Min, 1994; De Almeida, 2007], ELECTRE [De Boer ve ark., 1998; Peide, 2007; Yang ve ark., 2008a], PROMETHEE [Dulmin ve Mininno, 2003], TOPSIS [Chen ve ark., 2006; Boran ve ark., 2009] ve SMART [Chou ve Cheng, 2008] bunlardan bazılarıdır.

- Sahip olmanın toplam maliyeti. Bu modeller tedarikçilerin seçiminde bir takım maliyetleri göz önünde bulunduran modellerdir. Satın alınan bir parçanın ürün yaşam döngüsünde uğradığı bütün sayılabilir maliyetleri dikkate alan modellerdir. Bu modeller, TS’de sadece net fiyatı dikkate almak yerine müşteriye ürün ya da hizmeti ulaştırana kadar ortaya çıkan diğer dolaylı maliyetleri (üretim maliyeti, kalite maliyeti, siparişin gecikmesi durumunda ortaya çıkan maliyet, satış sonrası hizmet maliyeti gibi) de hesaba katar. Maliyet oranlama modeli [Timmerman, 1986; Ellram, 1995; Bhutta ve Huq, 2002; Degraeve ve ark., 2005], sahip olmanın toplam maliyeti modeline örnek olarak verilebilir.
- Matematiksel programlama modelleri. Bu modeller karar vericiye karar problemini çeşitli kısıtlayıcılar ve matematiksel bir amaç fonksiyonu (kar maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu) şeklinde tanımlama imkânı sunar. TS’ye uygulanan matematiksel programlama modelleri, doğrusal programlama [Turner, 1988; Ghodsypour ve O’Brien, 1998], doğrusal olmayan programlama [Benton, 1991; Tanonkou ve Benyoucef, 2006], karışık tamsayı programlama [Chaudry ve ark., 1993; Weber ve Current, 1993; Kumar ve ark., 2004; Hong ve ark., 2005; Degraeve ve ark., 2005; Hong ve ark., 2005; Huo ve Wei, 2008], hedef programlama [Karpak ve ark., 1999; Kumar ve ark., 2004; Lee ve ark., 2009] ve veri zarflama analizidir [Braglia ve Petroni, 2000; Weber ve ark., 2000; Lui ve ark., 2000; Kumar ve ark., 2004; Wu, 2009].
- İstatistiksel modeller. TS’deki belirsizliği ele alan bu modeller tedarikçilerin geçmiş dönem performansları hakkındaki bilgileri kullanır. Temel bileşenler analizi [Petroni ve Braglia, 2000; Yang ve ark., 2008a], kümeleme analizi [Hinkle ve ark., 1969; Holt, 1998] ve doğrulayıcı faktör analizi [Tracey ve Tan, 2001] en yaygın kullanılanlarıdır.

- Yapay zeka tabanlı modeller. Bu modeller satın alma uzmanlarının düşünce biçimini taklit ederek veya geçmiş satın alma bilgilerini kullanarak bir şekilde gelecek satın alma kararlarına ulaşmayı amaçlayan modellerdir. Bu modelleri kullanabilmek için TS ile ilgilenen uzmanın geçmiş tecrübesi ya da geçmiş TS kayıtları gerekir. Yapay sinir ağları [Siying ve ark., 1997; Albino ve Garavelli, 1998; Choy ve Lee, 2003; Wu, 2009], uzman sistemler [Vokurka ve ark., 1996; Yigin ve ark., 2007; Fasanghari ve Chaharsooghi, 2008] ve olay tabanlı çıkarım [Cook, 1997; Choy ve Lo, 2002; Choy ve ark., 2003; Yang ve ark., 2008b] yapay zeka tabanlı modellerdir.

Son seçim aşamasında kullanılan bu modeller kendine özgü bir takım avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. Bir modelin eksik yanı başka bir modelde dikkate alınırken, güçlü yanı ise diğer modelde dikkate alınmayabilir. Bu yoldan hareketle, araştırmacılar bir yöntemi, onun sakıncalarını ortadan kaldıran diğer yöntem ya da yöntemlerle bütünleştirerek daha güçlü melez modeller geliştirmeyi amaçlamışlardır. Literatürde bu şekilde geliştirilen sayısız melez modeller bulunmaktadır. Analitik hiyerarşi modeli ve doğrusal programlama [Ghodsypour ve O'Brien, 1998], analitik hiyerarşi ve hedef programlama [Çebi ve Bayraktar, 2003], analitik hiyerarşi ve ELECTRE [Soner ve Öğüt, 2006] ve analitik ağ süreci ve hedef programlama [Demirtaş ve Üstün, 2007] bu modellere örnek olarak verilebilir.

Son seçim sürecinde kullanılan modellerin sayısı oldukça fazla olup bunları iyi ve kötü şeklinde sınıflandırarak sayılarının azaltılması zor ve doğru olmayan bir yaklaşımdır. Bu nedenle, hangi model kullanılarak çözüme gidilmesi gerektiği firmaların karşılaştıkları en zor sorulardan biridir. TSS'nin birinci aşamasında problemin doğru bir şekilde tanımlanması son aşamada model seçme sorununu önemli derecede azaltır. Örneğin, problem tanımında, hali hazırda tedarik edilen ve spesifikasyonlarında her hangi bir değişiklik gerektirmeyen bir parçanın tedarikinde geçmiş verileri kullanan yöntemlerden birinin seçilmesi, daha önce hiç üretilmemiş ve bu nedenle tedarikçiler hakkında geçmiş verilerin bulunmadığı parçaların tedarikinde çok sayıda nitel ve nicel kriteri dikkate alan modellerden birini seçilmesi,

çok kaynaklı bir tedarikçi seçim probleminde ise parti büyüklüklerini tedarikçiler arasında dağıtabilen modellerden birinin seçilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

3. SEZGİSEL BULANIK KÜMELER

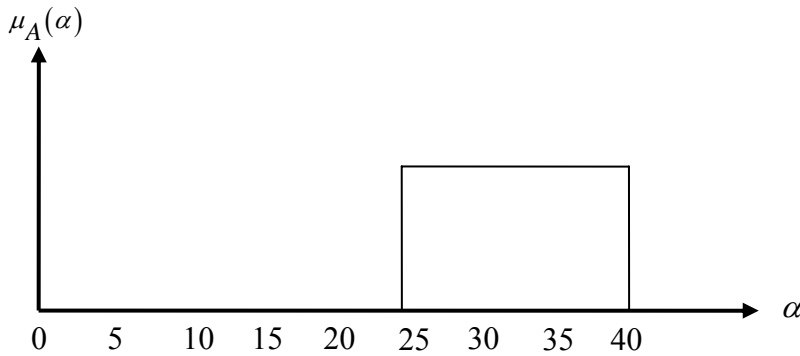
3.1. Giriş

1965 yılında Zadeh tarafından geliştirilen BK büyük ilgi topladı ve çeşitli alanlarda BKT'ye dayanan başarılı uygulamalar yapıldı [Zadeh, 1965]. BK'nın ana karakteristiği kümenin elemanlarına 0–1 arasında değişen üyelik derecesi atamaktır. Bir elemanın üye olmama derecesi ise bir eksi üyelik derecesine eşittir, yani üye olma ve üye olmama derecelerinin toplamı bire eşittir. Fakat gerçek uygulamalarda, üye olma ve üye olmama derecelerinin toplamının birden daha az olabilir. Bu nedenle, Atanassov bir elemanın bir kümeye üye olma derecesi, üye olmama derecesi ve tereddütlik derecesi (belirlenemezlik derecesi) ile ifade edilen ve BK'nın genelleştirilmiş bir şekli olan SBK teorisini geliştirdi [Atanassov, 1986]. Gau ve Buehrer tarafından “Belirsiz Kümeler” kavramı geliştirildi [Gau ve Buehrer, 1993], fakat Bustince ve Burillo, SBK ve belirsiz kümenin aynı kavram olduğunu gösterdi [Bustince ve Burillo, 1996]. SBK, nesnelerin (objects) bulanıklığı ve belirsizliğinin tanımlanmasında çok kullanışlı olduğunu kanıtladı [Bustince ve Burillo, 1996] ve böylece karar verme, tıbbi teşhis, örüntü tanıma gibi çok çeşitli alanlara uygulandı.

3.2. Bulanık Kümeler

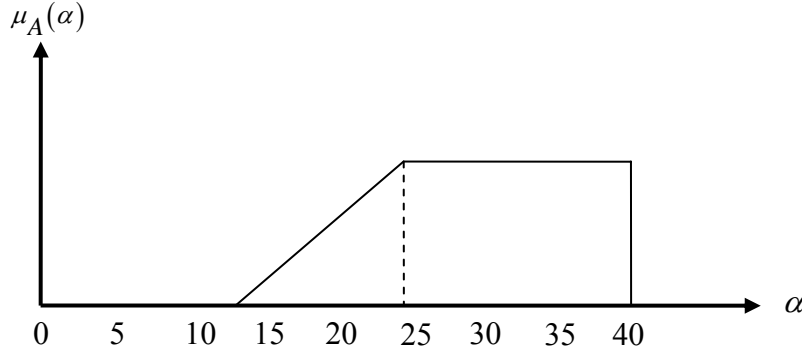
Klasik küme teorisinde E evrensel kümesindeki bir x elemanın aynı evrensel kümenin bir alt kümesi olan A kümesine üye olma derecesi 0 ya da 1 değeri alan $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu ile gösterilir. $\mu_A(x)=1$ ise, x , A kümesinin elemanıdır ($x \in A$) ve $\mu_A(x)=0$ ise, x A kümesinin elemanı değildir ($x \notin A$). Şekil 3.1'de klasik kümelere bir örnek verilmiştir. α sıcaklık değerini ve $\mu_A(\alpha)$, α sıcaklık değerinin A sıcak kümesine üye olma derecesini gösterir. 24-40°C arasındaki sıcaklık değerleri sıcak kümesine ait iken 24°C'den küçük ve 40°C'den büyük sıcaklıklar ise sıcak kümesine ait değildir. Klasik küme teorisinde bir elemanın ilgili kümeye ait olması, kümenin elemanıdır ya da elemanı değildir şeklinde ifade edildiğinden dolayı klasik kümeler kesin kümeler olarak da adlandırılır. Fakat gerçek

hayatta belirsizlik ve kesinsizlik olduğundan dolayı her şeyi kümenin elemanıdır ya da elemanı değildir şeklinde kesin ifadelerle açıklamak tam anlamıyla doğru değildir. Örneğin, sıcak kümesinin sınırları kesin ifadelerle çizildiği takdirde sıcak olarak hissedilen 23,9 °C sıcaklık değeri sıcak kümesine ait olmayacaktır. Bu nedenle, klasik küme kavramı insan faaliyetlerini içeren karmaşık gerçek dünya uygulamalarında yetersiz kalmaktadır. Bu yoldan hareketle, Zadeh üyelik fonksiyonlarını, $\{0,1\}$ şeklinde iki değer ile ifade eden klasik kümeler yerine, $[0,1]$ arasında sonsuz değer kullanarak ifade eden BK'ların kullanılmasını önermiştir [Zadeh, 1965]. BK, klasik kümenin genelleştirilmiş halidir. E evrensel kümesinde tanımlı, A bulanık kümesi için üyelik fonksiyonu $\mu_A(x): E \rightarrow [0,1]$ şeklinde ifade edilir. $\mu_A(x)$, x elemanının A kümesine üye olma derecesini gösteren üye olma fonksiyonudur. A bulanık kümesi ise $A = \{\mu_A(x), x\}$ şeklinde gösterilir.



Şekil 3.1. Sıcaklık kümesi

Şekil 3.1.'de verilen klasik sıcaklık kümesini, Şekil 3.2'deki BK ile ifade etmek mümkündür. Burada, 24-40°C derece arasındaki sıcaklık değerlerinin yanı sıra 15-24°C derece arasındaki sıcaklık değerleri de sıcak bulanık kümesine aittir. 24-40°C derece arasındaki sıcaklık değerleri sıcak bulanık kümesine 1 üye olma derecesi ile üye iken 15-24°C derece arasındaki sıcaklık değerleri bu kümeye $[0,1]$ arasında değişen üye olma derecesi ile üyedir.



Şekil 3.2. Sıcaklık için bulanık küme örneği

3.3. Sezgisel Bulanık Kümenin Tanımı

İlk kez Atanassov tarafından geliştirilen SBK kavramı aşağıdaki gibi tanımlanır [Atanassov, 1986]:

Tanım 3.1 [Atanassov, 1986]. $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ sonlu bir evrensel küme olsun. X kümesindeki bir sezgisel bulanık küme A :

$$A = \left\{ \left(\langle x_j, \mu_A(x_j), \nu_A(x_j) \rangle \mid x_j \in X \right) \right\} \quad (3.1)$$

şeklinde tanımlanır ve $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$ ve $\nu_A : X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonları sırasıyla x_j elemanının A kümesine üye olma ve üye olmama derecesini gösterir. Her $x_j \in X$ için:

$$0 \leq \mu_A(x_j) + \nu_A(x_j) \leq 1 \quad (3.2)$$

koşulu geçerlidir ve $\pi_A(x_j) = 1 - \mu_A(x_j) - \nu_A(x_j)$ değeri, x_j elemanının A kümesine sezgisel bulanık indeksidir (belirlenemezlik derecesi veya tereddütlük derecesi). Açıktır ki, tereddütlük derecesi her $x_j \in X$ için $0-1$ arasında değişmektedir, yani

$$0 \leq \pi_A(x_j) \leq 1.$$

Tereddütlik derecesi belirli bir konu hakkında, bir uzmanın kararsızlığını ya da bilginin eksikliğini yansıtır. Bu nedenle, SBK'larda bilginin ifade edilmesi BK'lara göre daha kolaydır.

3.4. Sezgisel Bulanık Kümenin Bulanık Küme ve Aralıklı Bulanık Küme ile İlişkisi

SBK, BK'nın genelleştirilmiş bir biçimidir, yani tereddütlik derecesi $\pi_A(x_j) = 0$ ise, o zaman SBK aşağıdaki gibi gösterilir ve BK'ya dönüşür:

$$A = \left\{ \left(\langle x_j, \mu_A(x_j), 1 - \mu_A(x_j) \rangle \mid x_j \in X \right) \right\}. \quad (3.3)$$

SBK'yı, izleyen operatör kullanılarak BK'ya dönüştürmek mümkündür:

Tanım 3.2 [Atanassov, 1989]. $a \in [0,1]$ bir sabit sayı olsun, o zaman $\pi_A(x_j) = 1 - \mu_A(x_j) - \nu_A(x_j)$ olmak üzere bir sezgisel küme aşağıdaki $D_a(A)$ operatörü ile bir BK'ya indirgenebilir, her $x_j \in X$ için:

$$D_a(A) = \left\{ \left(\langle x_j, \mu_A(x_j) + a.\pi_A(x_j), \nu_A(x_j) + (1-a).\pi_A(x_j) \rangle \mid x_j \in E \right) \right\} \quad (3.4)$$

a sabit sayısının değeri arttıkça, A kümesinin üye olma derecesi artar ve üye olmama derecesi azalır.

Lui ve Wang, Zhang ve ark. ve Boran ve ark. a sabit sayısını üye olma ve üye olmama dereceleri ile ifade ederek, bir sezgisel bulanık sayıyı aşağıdaki gibi bulanık değere dönüştürmüşlerdir [Lui ve Wang, 2007; Zhang ve ark., 2009; Boran ve ark., 2009]:

$$D_a(A) = \left\{ \left\langle x_j, \mu_A(x_j) + \frac{\mu_A(x_j)}{\mu_A(x_j) + v_A(x_j)} \pi_A(x_j), v_A(x_j) + \frac{v_A(x_j)}{\mu_A(x_j) + v_A(x_j)} \pi_A(x_j) \right\rangle \mid x_j \in X \right\}. \quad (3.5)$$

SBK'da, tek bir μ (üye olma derecesi) sayısı ile gerçek değeri tanımlamak yerine, μ verilen bir duruma inanma derecesi ve ν (üye olmama derecesi) onun zıddına inanma derecesi olmak üzere gerçek değeri (μ, ν) çifti ile tanımlıyoruz. (μ, ν) çifti $\mu + \nu \leq 1$ koşulunu sağlamak zorundadır. Bu nedenle, (μ, ν) çifti kullanmak yerine, $\mu \leq \nu'$ koşulunu sağlayan μ ve $\nu' = 1 - \nu$ iki sayıyla aynı gerçek değeri tanımlayabiliriz. Bu koşul tamamıyla, iki gerçek sayınının aralıklı tanımlandığı koşuldur. Kısacası, geleneksel BK'yı aralıklılaştırarak sezgisel bulanık sayı elde edebiliriz [Kreinovich ve ark., 1999]. BK'yı aralıklılaştırarak aralıklı BK elde edilir. Sonuç olarak, SBK, aralıklı BK'ya dönüştürülebilir ve çünkü bu iki kavram birbirine eşdeğerdir.

3.5. Sezgisel Bulanık Küme Operatörleri

SBK ile ilgi bazı operatörler izleyen tanımlarda verilmiştir:

Tanım 3.3 [Atanassov, 1986; De ve ark., 2000]. A ve B iki SBK olsun, o zaman:

- a) $A \subset B$ ancak ve ancak $(\forall x \in X) (\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ ve } \nu_A(x) \geq \nu_B(x))$,
- b) $A = B$ ancak ve ancak $A \subset B$ ve $B \subset A$,
- c) $\bar{A} = \{ \langle x, \nu_A(x), \mu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$,
- d) $A \cap B = \{ \langle x, \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \max(\nu_A(x), \nu_B(x)) \rangle \mid x \in X \}$,
- e) $A \cup B = \{ \langle x, \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \min(\nu_A(x), \nu_B(x)) \rangle \mid x \in X \}$,
- f) $A \oplus B = \{ \langle x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) \cdot \nu_B(x) \rangle \mid x \in X \}$,
- g) $A \otimes B = \{ \langle x, \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) + \nu_B(x) - \nu_A(x) \cdot \nu_B(x) \rangle \mid x \in X \}$,

$$\text{h) } \lambda A = \left\{ \langle x, 1 - (1 - \mu_A(x))^\lambda, (v_A(x))^\lambda \rangle \mid x \in X \right\}, \lambda > 0,$$

$$\text{i) } A^\lambda = \left\{ \langle x, (\mu_A(x))^\lambda, 1 - (1 - v_A(x))^\lambda \rangle \mid x \in X \right\}, \lambda > 0.$$

Tanım 3.4 [Xu, 2007b]. $\alpha_j = (\mu_j, v_j)$ ($j=1, 2, \dots, n$) sezgisel bulanık sayılar yığını olsun, ve Ω bütün sezgisel bulanık sayıların kümesi olmak üzere $\Omega^n \rightarrow \Omega$ üstünde tanımlı IFWA operatör (sezgisel bulanık ağırlıklı aritmetik operatör) aşağıdaki gibidir:

$$\text{IFWA}_\omega(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_j)^{\omega_j}, \prod_{j=1}^n v_j^{\omega_j} \right) \quad (3.6)$$

burada, $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$, α_j ($j=1, 2, \dots, n$) sayılarının ağırlık vektörüdür ve $\omega_j > 0$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$. Özellikle $\omega = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ ise IFWA operatörü IFA (sezgisel bulanık aritmetik) operatörüne indirgenir:

$$\text{IFA}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_j)^{1/n}, \prod_{j=1}^n v_j^{1/n} \right). \quad (3.7)$$

Tanım 3.5 [Xu, 2006]. $\alpha_j = (\mu_j, v_j)$ ($j=1, 2, \dots, n$) sezgisel bulanık sayılar yığını olsun, ve Ω bütün sezgisel bulanık sayıların kümesi olmak üzere $\Omega^n \rightarrow \Omega$ üstünde tanımlı IFWG operatör (sezgisel bulanık ağırlıklı geometrik operatör) aşağıdaki gibidir:

$$\text{IFWG}_\omega(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \left(\prod_{j=1}^n \mu_j^{\omega_j}, \prod_{j=1}^n v_j^{\omega_j} \right) \quad (3.8)$$

burada, $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$, $\alpha_j (j=1, 2, \dots, n)$ sayılarının ağırlık vektörüdür ve $\omega_j > 0$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$. Özellikle $\omega = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ ise IFWG operatörü IFG (sezgisel bulanık geometrik) operatörüne indirgenir:

$$\text{IFG}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \left(\left(\prod_{j=1}^n \mu_j \right)^{1/n}, \left(\prod_{j=1}^n \nu_j \right)^{1/n} \right). \quad (3.9)$$

3.6. Sezgisel Bulanık Kümelerin Uzaklık ve Benzerlik Ölçüleri

Uzaklık ve benzerlik ölçüleri iki küme arasındaki uzaklığı ve benzerliği ölçmek için kullanılır. Örüntü tanıma, karar verme gibi çok çeşitli uygulamalarda, bu ölçüler oldukça fazla öneme sahiptir, bu nedenle bu konuyla ilgili çalışmalar oldukça fazladır. Bu bölümde, uzaklık ve benzerlik ölçüleri birbiri cinsinden ifade edildiği için sadece benzerlik ölçülerine yer verilecektir. Daha sonra, bu benzerlik ölçüleri için karşılaştırmalı yorum yapılacaktır.

3.6.1. Benzerlik ölçüleri

Chen belirsiz kümeler (SBK) arasındaki benzerlik ölçüsü kavramını araştırdı ve aşağıdaki benzerlik ölçüsünü tanımladı [Chen, 1995, 1997]:

$$S_C(A, B) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |S_A(x_i) - S_B(x_i)|}{2n} \quad (3.10)$$

burada $S_A(x_i) = \mu_A(x_i) - \nu_A(x_i)$ ve $S_B(x_i) = \mu_B(x_i) - \nu_B(x_i)$, $S_A(x_i) \in [-1, 1]$ ve $S_B(x_i) \in [-1, 1]$.

Hong ve Kim yeni bir benzerlik ölçüsünü aşağıdaki gibi tanımladı [Hong ve Kim, 1999]:

$$S_H(A, B) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (|\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)| + |v_A(x_i) - v_B(x_i)|)}{2n} \quad (3.11)$$

Szmidt ve Kacprzyk, Hamming ve Öklid uzaklıklarını kullanarak SBK'lar arasındaki uzaklıkları ölçtüler. Bu çalışmada, bu uzaklık ölçüleri aşağıdaki gibi benzerlik ölçüsüne dönüştürülerek ele alınmıştır [Szmidt ve Kacprzyk, 2000].

$$S_{sk}^H(A, B) = 1 - \frac{1}{2n} \sum_{j=1}^n (|\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j)| + |v_A(x_j) - v_B(x_j)| + |\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j)|) \quad (3.12)$$

$$S_{sk}^E(A, B) = 1 - \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{j=1}^n \left((\mu_A(x_j) - \mu_B(x_j))^2 + (v_A(x_j) - v_B(x_j))^2 + (\pi_A(x_j) - \pi_B(x_j))^2 \right)} \quad (3.13)$$

burada S_{sk}^H ve S_{sk}^E sırasıyla normalize edilmiş Hamming ve Öklid uzaklıklara dayanan benzerlik ölçüsüdür.

Fan ve Zhangyan S_C ve S_H benzerlik ölçülerini birleştirerek yeni bir benzerlik ölçüsü tanımladı [Fan ve Zhangyan, 2001]:

$$S_L(A, B) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |S_A(x_i) - S_B(x_i)|}{4n} - \frac{\sum_{i=1}^n (|\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)| + |v_A(x_i) - v_B(x_i)|)}{4n} \quad (3.14)$$

Li ve ark., $S_H(A, B)$ benzerlik ölçüsüne benzeyen yeni bir ölçü tanımladı [Li ve ark., 2002]:

$$S_o(A, B) = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left((\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i))^2 + (v_A(x_i) - v_B(x_i))^2 \right)}{2n}} \quad (3.15)$$

Dengfeng ve Chuntian yeni bir benzerlik ölçüsünü aşağıdaki gibi tanımladı [Dengfeng ve Chuntian, 2002]:

$$S_{DC}(A, B) = 1 - \sqrt[p]{\frac{\sum_{i=1}^n |\psi_A(x_i) - \psi_B(x_i)|^p}{n}} \quad (3.16)$$

burada, $\psi_A(x_i) = (\mu_A(x_i) + 1 - v_A(x_i))/2$, $\psi_B(x_i) = (\mu_B(x_i) + 1 - v_B(x_i))/2$ ve p bir parametredir.

Mitchell, S_{DC} benzerlik ölçüsünü inceledi ve S_{DC} yi modifiye ederek S_{HB} benzerlik ölçüsünü geliştirdi [Mitchell, 2003]:

$$S_{HB}(A, B) = \frac{1}{2}(\rho_\mu(A, B) + \rho_v(A, B)) \quad (3.17)$$

burada, $\rho_\mu(A, B) = S_{DC}(\mu_A(x_i), \mu_B(x_i))$ ve $\rho_v(A, B) = S_{DC}(1 - v_A(x_i), 1 - v_B(x_i))$.

Zhizhen ve Pengfei aşağıdaki üç benzerlik ölçüsünü önerdi [Zhizhen ve Pengfei, 2003]:

$$S_e^p(A, B) = 1 - \sqrt[p]{\frac{\sum_{i=1}^n |\phi_\mu(x_i) - \phi_v(x_i)|^p}{n}} \quad (3.18)$$

burada

$$\phi_\mu(x_i) = \frac{|\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i)|}{2}$$

ve

$$\phi_v(x_i) = \left| \frac{(1-v_A(x_i))}{2} - \frac{(1-v_B(x_i))}{2} \right|.$$

Önerilen ikinci benzerlik ölçüsü şu şekildedir:

$$S_S^P(A, B) = 1 - \sqrt[p]{\frac{\sum_{i=1}^n |\varphi_{s1}(x_i) - \varphi_{s2}(x_i)|^p}{n}} \quad (3.19)$$

burada

$$\varphi_{s1}(x_i) = \frac{|m_{A1}(x_i) - m_{B1}(x_i)|}{2},$$

$$\varphi_{s2}(x_i) = \frac{|m_{A2}(x_i) - m_{B2}(x_i)|}{2},$$

$$m_{A1}(x_i) = \frac{(\mu_A(x_i) + m_A(x_i))}{2},$$

$$m_{B1}(x_i) = \frac{(\mu_B(x_i) + m_B(x_i))}{2},$$

$$m_{A2}(x_i) = \frac{(m_A(x_i) + 1 - v_A(x_i))}{2},$$

$$m_{B2}(x_i) = \frac{(m_B(x_i) + 1 - v_B(x_i))}{2},$$

$$m_A(x_i) = \frac{(\mu_A(x_i) + 1 - v_A(x_i))}{2}$$

ve

$$m_B(x_i) = \frac{(\mu_B(x_i) + 1 - v_B(x_i))}{2}.$$

Son benzerlik ölçüsü de aşağıdaki gibidir:

$$S_h^p(A, B) = 1 - \sqrt[p]{\frac{\sum_{i=1}^n (\eta_1(i) + \eta_2(i) + \eta_3(i))^p}{3n}} \quad (3.20)$$

burada

$$\eta_1(i) = \phi_\mu(x_i) - \phi_\nu(x_i) \text{ veya } \eta_1(i) = \varphi_{s1}(x_i) - \varphi_{s2}(x_i),$$

$$\eta_2(i) = \psi_A(x_i) - \psi_B(x_i)$$

$$\eta_3(i) = \max(l_A(i), l_B(i)) - \min(l_A(i), l_B(i))$$

$$l_A(i) = \frac{(1 - \mu_A(x_i) - \nu_A(x_i))}{2}$$

$$l_B(i) = \frac{(1 - \mu_B(x_i) - \nu_B(x_i))}{2}$$

3.6.2. Benzerlik ölçülerinin karşılaştırılması

Literatürde çok çeşitli benzerlik ölçüleri mevcuttur. Bu benzerlik ölçüleri, genellikle daha önce yayınlanmış benzerlik ölçülerinin sakıncalarını ortadan kaldırmak için geliştirilmiştir. Bu nedenle, benzerlik ölçülerini bir bütün olarak inceleyip yorumlamak gerekir. Bu çalışmada, Li ve ark. tarafından yayınlanan karşılaştırmalı analiz temel alınarak benzerlik ölçülerinin sakıncaları gösterilecektir [Li ve ark., 2007].

Chen tanımladıkları benzerlik ölçüsünü, $S_C(A, B)$ değeri arttıkça, A ve B arasındaki benzerlikte artar şekilde yorumlamaktadır [Chen, 1995, 1997]. Fakat, Çizelge 3.1.'de görüldüğü üzere A ve B birbirinden farklı olmasına rağmen aralarındaki benzerlik $S_C(A, B) = 1$ olarak ölçülmektedir. Hong ve Kim bu sakıncayı ortadan kaldırmak için yeni bir benzerlik ölçüsü tanımlamışlardır [Hong ve Kim, 1999], fakat bu benzerlik ölçüsü iki tip sakıncaya sahiptir. Szmidt ve Kacprzyk, SBK ile ilgili geometrik yorum yaparak Hamming ve Öklid uzaklıklarına dayanan uzaklık ölçüleri tanımladı fakat bu ölçüler benzerlik ölçülerine çevrildiğinde Çizelge 3.1.'de

gösterilen sakıncaya sahiptir [Szmidt ve Kacprzyk, 2000]. Fan ve Zhangyan, Chen ve Hong ve Kim tarafından öne sürülen benzerlik ölçülerini birleştirerek her ikisinin sakıncasını ortadan kaldırmayı amaçlamıştır [Fan ve Zhangyan, 2001]. Ancak, Fan ve Zhangyan tarafından öne sürülen benzerlik ölçüsünün de sakıncası bulunmaktadır. Li ve ark., Hong ve Kim'in geliştirdiği benzerlik ölçüsüne benzeyen bir benzerlik ölçüsü öne sürmüştür [Li ve ark., 2002], fakat 1. tip sakıncayı ortadan kaldıramamıştır. Dengfeng ve Chuntian tarafından öne sürülen benzerlik ölçüsü Chen tarafından öne sürülen benzerlik ölçüsü ile aynı sakıncaya sahiptir [Dengfeng ve Chuntian, 2002]. Mitchell, Dengfeng ve Chuntian'ın çalışmasındaki benzerlik ölçüsünü geliştirdi [Mitchell, 2003], fakat Hong ve Kim tarafından geliştirilen benzerlik ölçüsü ile aynı sakıncası bulunmaktadır. Zhizhen ve Pengfei üç benzerlik ölçüsü öne sürdü [Zhizhen ve Pengfei, 2003]. Birinci benzerlik ölçüsü Hong ve Kim tarafından geliştirilen benzerlik ölçüsü ile, ikinci benzerlik ölçüsü, Fan ve Zhangyan tarafından geliştirilen benzerlik ölçüsü ile aynı sakıncaları bulunmaktadır. Üçüncü benzerlik ölçüsünün ise bilinen her hangi bir sakıncası yoktur.

3.7. Sezgisel Bulanık Kümelerde Skor ve Tamlık Fonksiyonları

SBK'da hangi sayının daha büyük olduğunu tespit etmek amacıyla Chen ve Tan skor fonksiyonunu [Chen ve Tan, 1994] ve Hong ve Choi tamlık fonksiyonunu önerdi [Hong ve Choi, 2000]. Xu ve Yager skor ve tamlık fonksiyonlarına dayanan bir sıra ilişkisi tanımladı [Xu ve Yager, 2006]. Skor ve tamlık fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

Tanım 3.6 [Chen ve Tan, 1994]. $\alpha = (\mu_\alpha, \nu_\alpha)$ ($\mu_\alpha \in [0,1]$, $\nu_\alpha \in [0,1]$, $\mu_\alpha + \nu_\alpha \leq 1$) bir sezgisel bulanık sayı olsun. α sayısının skor fonksiyonu $s(\alpha) \in [-1,1]$ şu şekilde tanımlanır:

$$s(\alpha) = \mu_\alpha - \nu_\alpha . \quad (3.21)$$

Skor fonksiyonu şu şekilde yorumlanır: üye olma ve üye olmama dereceleri arasındaki sapma arttıkça, skor fonksiyonu artar ve α sezgisel bulanık sayısı büyür.

Çizelge 3.1. Benzerlik ölçülerinin sakıncaları [Li ve ark., 2007'den uyarlanmıştır.]

Çalışma	Benzerlik ölçüsü	Sakıncaları
Chen, 1995, 1997	S_C	$A = \{(x, 0, 0)\}$, $B = \{(x, 0.5, 0.5)\}$, $S_C(A, B) = 1$
Hong ve Kim, 1999	S_H	1. Tip $A = \{(x, 0.3, 0.3)\}$, $B = \{(x, 0.4, 0.4)\}$, $C = \{(x, 0.3, 0.4)\}$, $D = \{(x, 0.4, 0.3)\}$, $S_H(A, B) = S_H(C, D) = 0.9$ 2. Tip $A = \{(x, 1, 0)\}$, $B = \{(x, 0, 0)\}$, $C = \{(x, 0.5, 0.5)\}$, $S_H(A, B) = S_H(C, B) = 0.5$
Szmidt ve Kacprzyk, 2000	S_{SK}^H	$A = \{(x, 1, 0)\}$, $B = \{(x, 0, 0)\}$, $C = \{(x, 0, 1)\}$ $S_{SK}^H(A, B) = S_{SK}^H(A, C) = 1$
Szmidt ve Kacprzyk, 2000	$S_{SK}^{\hat{O}}$	S_{SK}^H ile aynı
Fan ve Zhangyan, 2001	S_L	$A = \{(x, 0.4, 0.2)\}$, $B = \{(x, 0.5, 0.3)\}$, $C = \{(x, 0.5, 0.2)\}$, $S_H(A, B) = S_H(A, C) = 0.95$
Li ve ark., 2002	S_O	S_H 'nin 1. tipi ile aynı
Dengfeng ve Chuntian, 2002	S_{DC}	S_C ile aynı
Mitchell, 2003	S_{HB}	S_H ile aynı
Zhizhen ve Pengfei, 2003	S_e^p	S_H ile aynı
Zhizhen ve Pengfei, 2003	S_s^p	S_L ile aynı
Zhizhen ve Pengfei, 2003	S_h^p	-

Tanım 3.7 [Hong ve Choi, 2000]. $\alpha = (\mu_\alpha, v_\alpha)$ bir sezgisel bulanık sayı olsun. α sayısının tamlık fonksiyonu $h(\alpha) \in [0, 1]$ şu şekilde tanımlanır:

$$h(\alpha) = \mu_\alpha + v_\alpha. \quad (3.22)$$

Tamlık fonksiyonu şu şekilde yorumlanır: α sezgisel bulanık sayının tereddütlük derecesi azaldıkça, α sezgisel bulanık sayısının tamlık derecesi artar.

Skor fonksiyonu ve tamlık fonksiyonu istatistikteki ortalama ve varyans arasındaki ilişkiye benzer [Hong ve Choi, 2000]. Bu iki fonksiyona dayanarak Xu ve Yager iki sezgisel bulanık sayı arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi tanımladı [Xu ve Yager, 2006]:

Tanım 3.8 [Xu ve Yager, 2006]. $a = (\mu_a, \nu_a)$ ve $b = (\mu_b, \nu_b)$ iki sezgisel bulanık sayı, $s(a) = \mu_a - \nu_a$ ve $s(b) = \mu_b - \nu_b$ sırasıyla a ve b 'nin skorları, $h(a) = \mu_a + \nu_a$ ve $h(b) = \mu_b + \nu_b$ sırasıyla a ve b 'nin tamlık dereceleri olsun. Bu iki sayı aşağıdaki yöntem kullanılarak karşılaştırılır:

1. $s(a) < s(b)$ ise, o zaman a , b 'den daha küçüktür ve , $a < b$ şeklinde gösterilir,
2. $s(a) > s(b)$ ise, o zaman b , a 'dan daha küçüktür ve , $a > b$ şeklinde gösterilir,
3. $s(a) = s(b)$ ise, o zaman
 - a. $h(a) < h(b)$ ise, o zaman a , b 'den daha küçüktür ve , $a < b$ şeklinde gösterilir,
 - b. $h(a) > h(b)$ ise, o zaman b , a 'dan daha küçüktür ve , $a > b$ şeklinde gösterilir,
 - c. $h(a) = h(b)$ ise, o zaman a ve b birbirine eşittir ve , $a = b$ şeklinde gösterilir.

4. SEZGİSEL BULANIK TERCİH İLİŞKİLERİ

4.1. Giriş

Karar verme, gerçek dünyada insanların karşılaştıkları en kritik aktivitelerden biridir ve belirli bir amaç ya da amaçlar doğrultusunda çeşitli seçenekler arasından en iyisinin ya da en iyilerinin seçilmesi süreci olarak tanımlanır. Tercih ilişkileri (ikili karşılaştırma matrisleri, muhakeme matrisleri), bu kritik karar sürecinde, karar vericilerin konu hakkındaki bilgilerini yansıtmakta kullanılan en yaygın gösterim biçimidir. Bugüne kadar çok çeşitli tercih ilişkisi biçimleri öne sürülmüştür. Bu tercih ilişkilerinden, çarpımsal tercih ilişkileri [Saaty, 1980] ve BTİ [Orlovsky, 1978] araştırmacıların büyük ilgisini çekti. Çarpımsal tercih ilişkileri, çok çeşitli alanlara uygulanmıştır [Saaty, 1980; Cogger ve Yu, 1985; Saaty ve Vargas, 1987; 1990; Vargas, 1990; Xu ve Wei, 1999; Herrera ve ark., 2001; Xu, 2006]. Gerçek dünyada, karar verme problemlerinin büyük bir çoğunluğu bulanık ortamlarda meydana geldiğinden dolayı araştırmacılar BTİ'ye yönelmiş ve çeşitli uygulamalar yapmışlardır [Orlovsky, 1978; Dubois ve Prade, 1980; Tanino 1984, 1988; Chiclana ve ark., 1998, 2001, 2002; Xu, 1999, 2001; Herrera-Viedma ve ark., 2002, 2004; Lipovetsky ve Michael-Conklin, 2002]. BTİ'nin her hangi bir elemanı olan p_{ij} , i kriterinin (veya alternatif) j kriterine tercih derecesini gösterir ve $p_{ij} \in [0,1]$, $p_{ij} + p_{ji} = 1$ koşullarını sağlar. BTİ'de karar vericiler tercih bilgisini tek bir değer kullanarak ifade ederler, ancak karar verici bilgisini ifade ederken genellikle kararsızdır, yani bilgisi hakkında tereddütler duyabilir. SBTİ karar vericilerin tereddütüğünü karar bilgisine yansıtabildiğinden dolayı tercih ilişkilerinin ifade edilmesinde çok kullanışlı bir araçtır.

Literatürde, SBTİ ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Szmidt ve Kacprzyk BTİ'yi SBTİ'ye genişletti ve bunu grup karar vermede kullandı [Szmidt ve Kacprzyk, 2002]. Szmidt ve Kacprzyk diğer bir çalışmada SBTİ altında uzlaşma sürecini araştırdılar [Szmidt ve Kacprzyk, 2003]. Xu SBTİ, tutarlı SBTİ, eksik SBTİ, kabul edilebilir SBTİ kavramlarını tanımladı ve detaylı olarak inceledi [Xu, 2007a]. Xu toplamsal

tutarlı sezgisel muhakeme matrisi, çarpımsal tutarlı sezgisel muhakeme matrisi ve skor matrisi kavramlarını geliştirdi [Xu, 2007c]. Gong üç farklı tercih bakışı açısından (sezgisel bulanık aritmetik ortalama yöntemi, korelasyon yöntemi ve benzerlik yöntemi) sezgisel bulanık grup karar verme için yaklaşımlar öne sürdü [Gong, 2007]. Zhang ve ark. aralık değerli sezgisel muhakeme matrisi için zayıf tutarlılığı geliştirdi [Zhang ve ark., 2008].

Zaman kısıdı veya baskısı, karar vericinin konu hakkındaki sınırlı bilgisi gibi nedenlerden dolayı bazen ifade edilen tercih ilişkileri tutarlı olmayabilir, bazen de tercih ilişkileri eksik olabilir. Tutarsızlık ve eksiklik geçişlilik kavramı ile ilişkilidir. BTİ'de, geçişlilik özelliği ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır, ancak SBTİ'de geçişlilik özelliği ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, ilk önce BTİ ve onların geçişlilik özelliklerine kısaca değinilecektir ve daha sonra SBTİ için geçişlilik özelliği tanımlanacaktır.

4.2. Bulanık Tercih İlişkisinin Tanımı

BTİ Orlovsky tarafından geliştirildi ve aşağıdaki gibi tanımlandı [Orlovsky, 1978]:

Tanım 4.1 [Orlovsky, 1978]. Sonlu bir $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ kümesi üstünde tanımlı bir BTİ P , $P = (p_{ij})_{n \times n} \subset X \times X$ matrisi ile gösterilir, burada bütün i ve j için $p_{ij} \in [0, 1]$, $p_{ij} + p_{ji} = 1$, $p_{ii} = 0.5$ koşulları sağlanır ve p_{ij} , x_i alternatifinin (veya kriterinin) x_j 'ye tercih edilme derecesini gösterir. Özellikle, $p_{ij} = 0.5$, x_i ve x_j arasında farkın olmadığına, $p_{ij} > 0.5$, x_i 'nin x_j 'ye tercih edildiğine, $p_{ij} < 0.5$, x_j 'nin x_i 'ye tercih edildiğine işaret eder. Eğer $p_{ij} = 1$ ise, x_i , x_j 'ye kesinlikle tercih edilir, $p_{ij} = 0$ ise x_j , x_i 'ye kesinlikle tercih edilir.

4.3. Bulanık Tercih İlişkilerinde Geçişlilik Özelliği

BTİ için tanımlanan çeşitli geçişlilik özelliklerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

- (1) Üçgen Koşulu [Luce ve Suppes, 1965]: bütün $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $p_{ik} + p_{kj} \geq p_{ij}$ koşulu sağlanıyorsa üçgensel koşul sağlanır. Bu koşul geometrik olarak yorumlanır: x_i , x_k ve x_j alternatiflerini (veya kriter) kenar uzunlukları p_{ik} , p_{kj} ve p_{ij} olan bir üçgenin köşe noktaları olarak düşünelim, o zaman x_i ve x_j arasındaki uzunluk x_i , x_k ve x_k , x_j arasındaki uzunlukların toplamını aşmamalıdır.
- (2) Zayıf Geçişlilik [Tanino, 1988]: her $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $p_{ik} \geq 0.5$ ve $p_{kj} \geq 0.5$ ise o zaman $p_{ij} \geq 0.5$ olmalıdır. Bu geçişlilik şu şekilde yorumlanabilir: x_i , x_k 'ya ve x_k da x_j 'ye tercih ediliyorsa x_i , x_j 'ye tercih edilmelidir.
- (3) Max-min geçişliliği [Dubois ve Prade, 1980; Zimmermann, 1991]: bütün $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $p_{ij} \geq \min(p_{ik}, p_{kj})$ koşulu sağlanmalıdır. Bu özellik şu şekilde yorumlanır: x_i ve x_j alternatifleri arasındaki bulanık tercih değeri x_i , x_k ve x_k , x_j alternatifleri arasındaki minimum değerden daha büyük olmalıdır.
- (4) Max-max geçişliliği [Dubois ve Prade, 1980; Zimmermann, 1991]: bütün $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $p_{ij} \geq \max(p_{ik}, p_{kj})$ sağlanmalıdır. Bu özellik şu şekilde yorumlanır: x_i ve x_j alternatifleri arasındaki bulanık tercih değeri x_i , x_k ve x_k , x_j alternatifleri arasındaki maksimum değerden daha büyük olmalıdır.
- (5) Kısıtlandırılmış max-min geçişliliği [Tanino, 1988]: bütün $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $p_{ik} \geq 0.5$ ve $p_{kj} \geq 0.5$ ise $p_{ij} \geq \min(p_{ik}, p_{kj})$. Bu özellik şu şekilde yorumlanır: x_i alternatifi x_k 'ya p_{ik} değeriyle ve x_k alternatifi x_j 'ya p_{kj} değeriyle tercih edilirse, o zaman x_i , x_j 'ye en az p_{ik} ve p_{kj} değerlerinin minimumu ile tercih edilmelidir.
- (6) Kısıtlandırılmış max-max geçişliliği [Tanino, 1988]: bütün $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $p_{ik} \geq 0.5$ ve $p_{kj} \geq 0.5$ ise $p_{ij} \geq \max(p_{ik}, p_{kj})$. Bu özellik şu şekilde yorumlanır: x_i alternatifi x_k 'ya p_{ik} değeriyle ve x_k alternatifi x_j 'ya p_{kj} değeriyle tercih

edilirse, o zaman x_i, x_j 'ye p_{ik} ve p_{kj} değerlerinin en az maksimumu ile tercih edilmelidir.

(7) Toplamsal geçişlilik [Tanino, 1984, 1988]: Tanino tarafından geliştirilen toplamsal geçişlilik özelliği şu şekilde tanımlanmaktadır: bütün $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $(p_{ij} - 0.5) + (p_{jk} - 0.5) = (p_{ik} - 0.5)$.

(8) Çarpımsal Geçişlilik [Tanino, 1988]: Tanino BTİ $P = (p_{ij})_{n \times n}$ için çarpımsal geçişliliği araştırdı ve çarpımsal geçişlilik koşulunu aşağıdaki gibi tanımladı:

$$\begin{pmatrix} p_{ji} \\ p_{ij} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} p_{kj} \\ p_{jk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{ki} \\ p_{ik} \end{pmatrix},$$

burada, bütün $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için $p_{ij} > 0$.

Zayıf geçişlilik bir tercih ilişkisinin tutarlı olup olmadığını anlamak ve eksik değerleri tahmin etmek için minimum gerekleri karşılar. Max-max geçişliliğinin max-min geçişliliğinden daha iyi sonuç verdiği açıktır, fakat max-max geçişliliği karşılıklılık altında sağlanmaz [Chiclana ve ark., 2009]. Kısıtlanmış max-min ve kısıtlanmış max-max geçişlilikleri de karşılıklılığı sağlamaz. Toplamsal ve çarpımsal geçişliliklerin her ikisi de karşılıklılığı sağlar. Fakat, toplamsal geçişlilik ve tercih değerlerini sağlamak için kullanılan skala ($[0,1]$ kapalı aralığı) arasında bir uyumsuzluk ortaya çıkabilir. Bu nedenle, sonuç olarak, çarpımsal geçişlilik tercih ilişkilerinin tutarlılığını doğrulamak için kullanılabilir [Chiclana ve ark., 2008].

4.4. Sezgisel Bulanık Tercih İlişkisinin Tanımı

Üye olma, üye olmama ve tereddüt derecesi ile tanımlanan SBTİ karar vericinin bilgisini yansıtmakta güçlü bir araçtır, çünkü karar verici tek bir sayısal değer kullanarak bilgisini doğru bir şekilde ifade edemeyebilir. SBTİ kavramı Xu tarafından aşağıdaki gibi tanımlandı [Xu, 2007a]:

Tanım 4.2 [Xu, 2007a]. Sonlu bir $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ kümesi üstünde tanımlı bir SBTİ B , $B = (b_{ij})_{n \times n} \subset X \times X$ matrisi ile gösterilir, burada bütün i ve j için $b_{ij} = (\mu_{ij}, \nu_{ij})$, $0 \leq \mu_{ij} + \nu_{ij} \leq 1$, $\mu_{ij} = \nu_{ji}$, $\mu_{ii} = \nu_{ii} = 0.5$ koşulları sağlanır ve b_{ij} , μ_{ij} tercih edilme derecesi (x_i alternatifinin (veya kriterinin) x_j 'ye tercih edilme derecesi) ve ν_{ij} tercih edilmeme derecesi (x_i alternatifinin (veya kriterinin) x_j 'ye tercih edilmeme derecesi) ikili çiftinden oluşur. $\pi_{ij} = 1 - \mu_{ij} - \nu_{ij}$ karar vericinin tereddüt derecesini gösterir. Özellikle, $b_{ij} = (0.5, 0.5)$, x_i ve x_j arasında fark olmadığına, $b_{ij} > (0.5, 0.5)$, x_i 'nin x_j 'ye tercih edildiğine, $b_{ij} < (0.5, 0.5)$, x_j 'nin x_i 'ye tercih edildiğine işaret eder. Eğer $b_{ij} = (1, 0)$ ise, x_i , x_j 'ye kesinlikle tercih edilir; $b_{ij} = (0, 1)$ ise, x_j , x_i 'ye kesinlikle tercih edilir; $b_{ij} = (0, 0)$ ise karar verici bu konuda tamamıyla kararsızdır.

4.5. Sezgisel Bulanık Tercih İlişkileri için Çarpımsal Geçişlilik

Bu bölümde, BTİ için Tanino [1984] tarafından geliştirilen çarpımsal geçişlilik SBTİ için çarpımsal geçişliliğin tanımlanmasında kullanılacaktır. Bilindiği gibi bir BTİ $P = (p_{ij})_{n \times n}$ için çarpımsal geçişlilik aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\left(\frac{p_{ji}}{p_{ij}} \right) \cdot \left(\frac{p_{kj}}{p_{jk}} \right) = \left(\frac{p_{ki}}{p_{ik}} \right) \quad (4.1)$$

Çarpımsal geçişlilik, tüm $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için aşağıdaki biçimde gösterilebilir:

$$p_{ij} p_{jk} p_{ki} = p_{ji} p_{kj} p_{ik}$$

$$p_{ij} p_{jk} p_{ki} = (1 - p_{ij}) p_{kj} p_{ik}$$

$$p_{ij} p_{jk} p_{ki} = p_{kj} p_{ik} - p_{ij} p_{kj} p_{ik}$$

$$p_{ij} p_{jk} p_{ki} + p_{ij} p_{kj} p_{ik} = p_{kj} p_{ik}$$

$$\begin{aligned}
p_{ij} (p_{jk} p_{ki} + p_{kj} p_{ik}) &= p_{kj} p_{ik} \\
p_{ij} &= \frac{p_{ik} \cdot p_{kj}}{p_{ik} \cdot p_{kj} + p_{ki} p_{jk}} \\
p_{ik} &= \frac{p_{ij} \cdot p_{jk}}{p_{ij} \cdot p_{jk} + (1 - p_{ij}) \cdot (1 - p_{jk})}.
\end{aligned} \tag{4.2}$$

Tanım 4.3. $b_{ij} = (\mu_{ij}, \nu_{ij}, \pi_{ij})$ sonlu bir küme üstündeki bir SBTİ olsun, D operatörü kullanılarak SBK iki bulanık kümeye dönüştürülebilir:

$$\begin{aligned}
b_{ij}^- &= (\mu_{ij}^-, \nu_{ij}^-) = D_0(b_{ij}) \\
b_{ij}^- &= (\mu_{ij} + (0)\pi_{ij}, \nu_{ij} + (1-0)\pi_{ij}) \\
b_{ij}^- &= (\mu_{ij}, \nu_{ij} + \pi_{ij})
\end{aligned} \tag{4.3}$$

ve

$$\begin{aligned}
b_{ij}^+ &= (\mu_{ij}^+, \nu_{ij}^+) = D_1(b_{ij}) \\
b_{ij}^+ &= (\mu_{ij} + (1)\pi_{ij}, \nu_{ij} + (1-1)\pi_{ij}) \\
b_{ij}^+ &= (\mu_{ij} + \pi_{ij}, \nu_{ij})
\end{aligned} \tag{4.4}$$

burada, $a=0$ için $b_{ij}^- = D_0(b_{ij})$ ve $a=1$ için $b_{ij}^+ = D_1(b_{ij})$ sırasıyla SBTİ b_{ij} 'nin kötümser ve iyimser durumlarıdır.

Kötümser ve iyimser durumlar kullanılarak BTİ için tanımlanan çarpımsal geçişlilik SBTİ'ye kolayca genişletilebilir:

Tanım 4.4. $b_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij}, \pi_{ij})$, $b_{ik} = (\mu_{ik}, v_{ik}, \pi_{ik})$ ve $b_{kj} = (\mu_{kj}, v_{kj}, \pi_{kj})$ sonlu bir $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ kümesi üstündeki SBTİ olsun, bu tercih ilişkileri arasındaki çarpımsal geçişlilik tüm $i, j, k (i \neq j)$ için aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$b_{ij}^+ = \left(\frac{\mu_{ik}^+ \mu_{kj}^+}{\mu_{ik}^+ \mu_{kj}^+ + (1 - \mu_{ik}^+) \cdot (1 - \mu_{kj}^+)}, \frac{v_{ik}^+ v_{kj}^+}{v_{ik}^+ v_{kj}^+ + (1 - v_{ik}^+) \cdot (1 - v_{kj}^+)} \right) \quad (4.5)$$

ve

$$b_{ij}^- = \left(\frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-) \cdot (1 - \mu_{kj}^-)}, \frac{v_{ik}^- v_{kj}^-}{v_{ik}^- v_{kj}^- + (1 - v_{ik}^-) \cdot (1 - v_{kj}^-)} \right) \quad (4.6)$$

böylece,

$$b_{ij} = \left(\frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-) \cdot (1 - \mu_{kj}^-)}, \frac{v_{ik}^+ v_{kj}^+}{v_{ik}^+ v_{kj}^+ + (1 - v_{ik}^+) \cdot (1 - v_{kj}^+)} \right) \quad (4.7)$$

burada $b_{ik}^- = (\mu_{ik}^-, v_{ik}^-)$ ve $b_{kj}^- = (\mu_{kj}^-, v_{kj}^-)$ sırasıyla b_{ik} ve b_{kj} için kötümser durumları, $b_{ik}^+ = (\mu_{ik}^+, v_{ik}^+)$ ve $b_{kj}^+ = (\mu_{kj}^+, v_{kj}^+)$ sırasıyla b_{ik} ve b_{kj} için iyimser durumları göstermektedir. Burada, b_{ij}^- 'nin ve b_{ij}^+ 'nin minimum üye olma ve üye olmama derecelerini seçmemiz gerekir çünkü minimum değerler a 'ya $[0,1]$ arasında verilecek bütün değerleri kapsar.

İspat. $\beta = \left(\frac{\mu_{ik}}{1 - \mu_{ik}} \right) \left(\frac{\mu_{kj}}{1 - \mu_{kj}} \right)$ ve $\gamma = \left(\frac{\mu_{ik} + \pi_{ik}}{1 - \mu_{ik} - \pi_{ik}} \right) \left(\frac{\mu_{kj} + \pi_{kj}}{1 - \mu_{kj} - \pi_{kj}} \right)$ olsun, o zaman

$$\beta \leq \gamma$$

$$\frac{1}{\beta} \geq \frac{1}{\gamma}$$

$$1 + \frac{1}{\beta} \geq 1 + \frac{1}{\gamma}$$

$$\frac{1 + \beta}{\beta} \geq \frac{1 + \gamma}{\gamma}$$

$$\frac{\beta}{1 + \beta} \leq \frac{\gamma}{1 + \gamma}$$

$$\frac{\left(\frac{\mu_{ik}}{1 - \mu_{ik}}\right)\left(\frac{\mu_{kj}}{1 - \mu_{kj}}\right)}{1 + \left(\frac{\mu_{ik}}{1 - \mu_{ik}}\right)\left(\frac{\mu_{kj}}{1 - \mu_{kj}}\right)} \leq \frac{\left(\frac{\mu_{ik} + \pi_{ik}}{1 - \mu_{ik} - \pi_{ik}}\right)\left(\frac{\mu_{kj} + \pi_{kj}}{1 - \mu_{kj} - \pi_{kj}}\right)}{1 + \left(\frac{\mu_{ik} + \pi_{ik}}{1 - \mu_{ik} - \pi_{ik}}\right)\left(\frac{\mu_{kj} + \pi_{kj}}{1 - \mu_{kj} - \pi_{kj}}\right)}$$

$$\frac{\mu_{ik}\mu_{kj}}{\mu_{ik}\mu_{kj} + (1 - \mu_{ik})(1 - \mu_{kj})} \leq \frac{(\mu_{ik} + \pi_{ik})(\mu_{kj} + \pi_{kj})}{(\mu_{ik} + \pi_{ik})(\mu_{kj} + \pi_{kj}) + (1 - (\mu_{ik} + \pi_{ik}))(1 - (\mu_{kj} + \pi_{kj}))}$$

$$\frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-)} \leq \frac{\mu_{ik}^+ \mu_{kj}^+}{\mu_{ik}^+ \mu_{kj}^+ + (1 - \mu_{ik}^+)(1 - \mu_{kj}^+)}, \quad (4.8)$$

ve

$$\alpha = \left(\frac{v_{ik}}{1 - v_{ik}}\right)\left(\frac{v_{kj}}{1 - v_{kj}}\right) \text{ ve } \theta = \left(\frac{v_{ik} + \pi_{ik}}{1 - v_{ik} - \pi_{ik}}\right)\left(\frac{v_{kj} + \pi_{kj}}{1 - v_{kj} - \pi_{kj}}\right) \text{ olsun, o zaman}$$

$$\alpha \leq \theta$$

$$\frac{1}{\alpha} \geq \frac{1}{\theta}$$

$$1 + \frac{1}{\alpha} \geq 1 + \frac{1}{\theta}$$

$$\frac{1 + \alpha}{\alpha} \geq \frac{1 + \theta}{\theta}$$

$$\frac{\alpha}{1 + \alpha} \leq \frac{\theta}{1 + \theta}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{\left(\frac{v_{ik}}{1-v_{ik}}\right)\left(\frac{v_{kj}}{1-v_{kj}}\right)}{1+\left(\frac{v_{ik}}{1-v_{ik}}\right)\left(\frac{v_{kj}}{1-v_{kj}}\right)} \leq \frac{\left(\frac{v_{ik}+\pi_{ik}}{1-v_{ik}-\pi_{ik}}\right)\left(\frac{v_{kj}+\pi_{kj}}{1-v_{kj}-\pi_{kj}}\right)}{1+\left(\frac{v_{ik}+\pi_{ik}}{1-v_{ik}-\pi_{ik}}\right)\left(\frac{v_{kj}+\pi_{kj}}{1-v_{kj}-\pi_{kj}}\right)} \\
& \frac{v_{ik}v_{kj}}{v_{ik}v_{kj}+(1-v_{ik})(1-v_{kj})} \leq \frac{(v_{ik}+\pi_{ik})(v_{kj}+\pi_{kj})}{(v_{ik}+\pi_{ik})(v_{kj}+\pi_{kj})+(1-(v_{ik}+\pi_{ik}))(1-(v_{kj}+\pi_{kj}))} \\
& \frac{v_{ik}^+v_{kj}^+}{v_{ik}^+v_{kj}^+(1-v_{ik}^+)(1-v_{kj}^+)} \leq \frac{v_{ik}^-v_{kj}^-}{v_{ik}^-v_{kj}^-+(1-v_{ik}^-)(1-v_{kj}^-)}. \tag{4.9}
\end{aligned}$$

b_{ij} tercih ilişkisi SBTİ' dir, yani

$$\frac{\mu_{ik}^-\mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^-\mu_{kj}^-+(1-\mu_{ik}^-)(1-\mu_{kj}^-)} + \frac{v_{ik}^+v_{kj}^+}{v_{ik}^+v_{kj}^+(1-v_{ik}^+)(1-v_{kj}^+)} \leq 1.$$

İspat.

$$v_{ik}^+ \leq v_{ik} + \pi_{ik}$$

$$v_{ik}^+ \leq 1 - \mu_{ik}$$

$$v_{ik}^+ \leq 1 - \mu_{ik}^- \tag{4.10}$$

ve

$$v_{kj}^+ \leq v_{kj} + \pi_{kj}$$

$$v_{kj}^+ \leq 1 - \mu_{kj}$$

$$v_{kj}^+ \leq 1 - \mu_{kj}^- \tag{4.11}$$

olsun,

$$\begin{aligned}
& \frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-)} + \frac{v_{ik}^+ v_{kj}^+}{v_{ik}^+ v_{kj}^+ + (1 - v_{ik}^+)(1 - v_{kj}^+)} \\
& \leq \frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-)} + \frac{(1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-)}{(1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-) + (1 - (1 - \mu_{ik}^-))(1 - (1 - \mu_{kj}^-))} \\
& = \frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-)} + \frac{(1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-)}{(1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{kj}^-) + \mu_{ik}^- \mu_{kj}^-} = 1. \tag{4.12}
\end{aligned}$$

Tanımlanan bu geçişlilik i ve j birbirinden farklı iken uygulanır. i ve j birbirine eşit ise çarpımsal geçişlilik doğrudan kullanılamaz çünkü b_{ik} ve b_{ki} (veya b_{jk} ve b_{kj}) birbirlerinin bütünleyendir.

Teorem 1. b_{ik} ve b_{ki} iki SBTİ olsun, o zaman $b_{ii} = b_{ik} \cdot b_{ki} = (0.5, 0.5)$.

İspat. Açıktır ki b_{ik}^- kötümser durumu meydana geldiğinde, b_{ik} ve b_{ki} birbirinin bütünleyeni olduğundan dolayı b_{ki} için b_{ki}^+ iyimser durum gerçekleşir. Ayrıca,

$$\mu_{ik}^- = (1 - \mu_{ki}^+), \mu_{ik}^+ = (1 - \mu_{ki}^-), v_{ik}^- = (1 - v_{ki}^+), v_{ik}^+ = (1 - v_{ki}^-), \tag{4.13}$$

olduğunu biliyoruz. Böylece, Eş. 4.5 ve Eş. 4.6 aşağıdaki gibi yeniden tanımlanabilir:

$$\begin{aligned}
b_{ii}^- &= b_{ik}^- \cdot b_{ki}^+ \\
&= \left(\frac{\mu_{ik}^- \mu_{ki}^+}{\mu_{ik}^- \mu_{ki}^+ + (1 - \mu_{ik}^-)(1 - \mu_{ki}^+)}, \frac{v_{ik}^- v_{ki}^+}{v_{ik}^- v_{ki}^+ + (1 - v_{ik}^-)(1 - v_{ki}^+)} \right) \\
&= \left(\frac{(1 - \mu_{ki}^+) \mu_{ki}^+}{(1 - \mu_{ki}^+) \mu_{ki}^+ + (1 - (1 - \mu_{ki}^+))(1 - \mu_{ki}^+)}, \frac{(1 - v_{ki}^+) v_{ki}^+}{(1 - v_{ki}^+) v_{ki}^+ + (1 - (1 - v_{ki}^+))(1 - v_{ki}^+)} \right)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{(1-\mu_{ki}^+) \mu_{ki}^+}{(1-\mu_{ki}^+) \mu_{ki}^+ + \mu_{ki}^+ (1-\mu_{ki}^+)}, \frac{(1-\nu_{ki}^+) \nu_{ki}^+}{(1-\nu_{ki}^+) \nu_{ki}^+ + \nu_{ki}^+ (1-\nu_{ki}^+)} \right) \\
&= (0.5, 0.5)
\end{aligned} \tag{4.14}$$

ve

$$\begin{aligned}
b_{ii}^+ &= b_{ik}^+ \cdot b_{ki}^- \\
&= \left(\frac{\mu_{ik}^+ \mu_{ki}^-}{\mu_{ik}^+ \mu_{ki}^- + (1-\mu_{ik}^+) \cdot (1-\mu_{ki}^-)}, \frac{\nu_{ik}^+ \nu_{ki}^-}{\nu_{ik}^+ \nu_{ki}^- + (1-\nu_{ik}^+) \cdot (1-\nu_{ki}^-)} \right) \\
&= \left(\frac{(1-\mu_{ki}^-) \mu_{ki}^-}{(1-\mu_{ki}^-) \mu_{ki}^- + (1-(1-\mu_{ki}^-)) \cdot (1-\mu_{ki}^-)}, \frac{(1-\nu_{ki}^-) \nu_{ki}^-}{(1-\nu_{ki}^-) \nu_{ki}^- + (1-(1-\nu_{ki}^-)) \cdot (1-\nu_{ki}^-)} \right) \\
&= \left(\frac{(1-\mu_{ki}^-) \mu_{ki}^-}{(1-\mu_{ki}^-) \mu_{ki}^- + \mu_{ki}^- (1-\mu_{ki}^-)}, \frac{(1-\nu_{ki}^-) \nu_{ki}^-}{(1-\nu_{ki}^-) \nu_{ki}^- + \nu_{ki}^- (1-\nu_{ki}^-)} \right) \\
&= (0.5, 0.5).
\end{aligned} \tag{4.15}$$

4.6. Çarpımsal Tutarlı Sezgisel Bulanık Tercih İlişkileri

Tercih ilişkilerinde en önemli sorunlardan biri tutarlı bir tercih ilişkisi elde etmektir. Tercih ilişkilerinin tutarlılığı geçişlilik özelliği ile ilişkilidir. Bu alt bölümde, Bölüm 4.5’de tanımlanan SBTİ için çarpımsal geçişlilik kullanılarak bir SBTİ’nin tutarlı olup olmadığı test eden bir yaklaşım geliştirilecektir.

Bir tercih ilişkisi, her hangi bir elemanın değeri çarpımsal geçişlilik kullanılarak diğer elemanlar üzerinden tahmin edilen değeri kapsıyorsa tutarlıdır, aksi takdirde o eleman ve diğer elemanlar arasında bir çatışma çıkar ve bu tercih ilişkisinin tutarsız olmasına neden olur. Buradaki en önemli sorun tercih ilişkisinin her hangi bir elemanın değeri ile diğer elemanlar üstünde tahmin edilen değerlerin birbirine uyumlu olup olmadığının tespit edilmesidir. Bunu başarmak için bu çalışmada ilk

önce bütünleştirilmiş sezgisel tercih ilişkisi kavramı geliştirilecek ve daha sonra tanımlanan çarpımsal geçişlilik kullanılarak çarpımsal tutarlı SBTİ kavramı tanımlanacaktır.

Teorem 2. $B' = (b'_{ij})_{n \times n}$, $B = (b_{ij})_{n \times n}$ üstünden hesaplanmış bir bütünleştirilmiş tercih ilişkisi olsun, tüm $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ için:

$$b'_{ij} = \left(\max_k \left\{ \frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-) \cdot (1 - \mu_{kj}^-)} \right\}, \max_k \left\{ \frac{v_{ik}^+ v_{kj}^+}{v_{ik}^+ v_{kj}^+ + (1 - v_{ik}^+) \cdot (1 - v_{kj}^+)} \right\} \right) \quad (4.16)$$

burada b'_{ij} , (μ'_{ij}, v'_{ij}) ikili çiftinden oluşur, ve μ'_{ij} ve v'_{ij} sırasıyla $B' = (b'_{ij})_{n \times n}$ tercih ilişkisinin üye olma ve üye olmama dereceleridir.

İspat. $w' = (w'_1, w'_2, \dots, w'_n)^T$ bütünleştirilmiş tercih ilişkisinin öncelik vektörü olsun, tüm $i, j = 1, 2, \dots, n$ için $w'_i = (\mu'_i, v'_i)$ aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\mu'_{ij} \leq \frac{\mu'_i}{\mu'_i + \mu'_j} \leq 1 - v'_{ij}. \quad (4.17)$$

Her bir $k = 1, 2, \dots, n$ için hesaplanan birbirinden farklı sezgisel tercih ilişkileri arasından, maksimum üye olma derecesi ve maksimum üye olmama derecesi yukarıdaki eşitliği sağlar, diğerleri sağlamaz, yani μ'_i ve μ'_j oranı minimum ve maksimum yapan değerleri alırsa, o zaman her bir $k = 1, 2, \dots, n$ için tahmin edilen tercih ilişkisinin maksimum üye olma derecesi ve maksimum üye olmama derecesi arasında sınırlanır.

Teorem 3. $B = (b_{ij})_{n \times n}$ bir SBTİ olsun, aşağıdaki koşulu sağlayan bir $B^* = (b^*_{ij})_{n \times n}$ SBTİ varsa B tercih ilişkisi çarpımsal tutarlı bir SBTİ'dir:

$$b_{ij}^* = \left(\begin{array}{l} \max \left\{ \mu_{ij}, \max_k \left\{ \frac{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^-}{\mu_{ik}^- \mu_{kj}^- + (1 - \mu_{ik}^-) \cdot (1 - \mu_{kj}^-)} \right\} \right\} \\ \max \left\{ v_{ij}, \max_k \left\{ \frac{v_{ik}^+ v_{kj}^+}{v_{ik}^+ v_{kj}^+ + (1 - v_{ik}^+) \cdot (1 - v_{kj}^+)} \right\} \right\} \end{array} \right) \quad (4.18)$$

burada μ_{ij}^* ve v_{ij}^* , x_i elemanının x_j elamanına tercih edilmesinin üye olma ve üye olmama dereceleridir ve $0 \leq \mu_{ij}^* + v_{ij}^* \leq 1$ koşulunu sağlar. Eğer $0 \leq \mu_{ij}^* + v_{ij}^* \leq 1$ koşulu bütün $i, j = 1, 2, \dots, n$ için sağlanmazsa, o zaman B tercih ilişkisi çarpımsal tutarsız SBTİ'dir.

İspat. Teorem 2'nin ispatına benzerdir.

4.7. Tutarlı Sezgisel Tercih İlişkisinin Öncelik Vektörü

Teorem 4. $B = (b_{ij})_{n \times n}$ tercih ilişkisi tutarlı ise o zaman B 'nin öncelik vektörü

$w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ aşağıdaki denklem ile tahmin edilebilir:

$$w_i = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{(1 - \mu_{ij}^*)}{\mu_{ij}^*} \right)}, 1 - \frac{1}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{v_{ij}^*}{(1 - v_{ij}^*)} \right)} \right). \quad (4.19)$$

İspat. $\mu_j^{O_1}$ ve $\mu_j^{O_2}$ w_i 'nin öncelik vektörünü minimum ve maksimum yapan optimal değerler olmak üzere w_i 'nin üye olma derecesi minimum değere sahip olduğundan

dolaylı $\mu_{ij}^* = \frac{\mu_i}{\mu_i + \mu_j^{O_1}}$ eşitliği ile tahmin edilebilir ve benzer şekilde üye olmama

derecesi $\frac{\mu_i + \pi_i}{(\mu_i + \pi_i) + \mu_j^{O_2}} = 1 - v_{ij}^*$ ile tahmin edilir. $\mu_j^{O_1}$ ve $\mu_j^{O_2}$ sırasıyla $\sum_{j=1}^n \mu_j^{O_1} = 1$ ve

$\sum_{j=1}^n \mu_j^{O_2} = 1$ koşulunu sağlar çünkü w_i öncelik vektörünün ağırlıkları toplamı 1'e

eşittir. Böylece, yukarıdaki teorem aşağıdaki gibi ispatlanabilir:

$$\mu_{ij}^* = \frac{\mu_i}{\mu_i + \mu_j^{O_1}}$$

$$\mu_{ij}^* (\mu_i + \mu_j^{O_1}) = \mu_i$$

$$\mu_{ij}^* \mu_j^{O_1} = (1 - \mu_{ij}^*) \mu_i$$

$$\mu_j^{O_1} = \frac{(1 - \mu_{ij}^*)}{\mu_{ij}^*} \mu_i$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j^{O_1} = \sum_{j=1}^n \left(\frac{(1 - \mu_{ij}^*)}{\mu_{ij}^*} \right) \mu_i$$

$$\frac{1}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{(1 - \mu_{ij}^*)}{\mu_{ij}^*} \right)} = \mu_i, \quad (4.20)$$

ve $\mu_i + \pi_i = 1 - v_i$ 'den

$$\frac{\mu_i + \pi_i}{(\mu_i + \pi_i) + \mu_j^{O_2}} = 1 - v_{ij}^*$$

$$1 - v_i = (1 - v_{ij}^*) ((1 - v_i) + \mu_j^{O_2})$$

$$(1 - (1 - v_{ij}^*)) (1 - v_i) = (1 - v_{ij}^*) \mu_j^{O_2}$$

$$\frac{v_{ij}^*}{(1 - v_{ij}^*)} (1 - v_i) = \mu_j^{O_2}$$

$$\sum_{j=1}^n \left(\frac{v_{ij}^*}{(1 - v_{ij}^*)} \right) (1 - v_i) = \sum_{j=1}^n \mu_j^{O_2}$$

$$(1-v_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{v_{ij}^*}{(1-v_{ij}^*)} \right)}$$

$$v_i = 1 - \frac{1}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{v_{ij}^*}{(1-v_{ij}^*)} \right)}. \quad (4.21)$$

4.8. Eksik Tercih İlişkilerinin Kayıp Değerlerinin Tahmini

Bir karar verici tarafından ifade edilen bir tercih ilişkisi zaman kısıtlaması veya problem kümesi hakkındaki bilgi eksikliğine bağlı olarak eksik olabilir. Eksik sezgisel tercih ilişkisi kavramı Xu tarafından tanımlandı [Xu, 2007a]:

Tanım 4.5 [Xu, 2007a]. $B = (b_{ij})_{n \times n}$ bir SBTİ olsun, B 'nin bazı elemanları karar verici tarafından verilemezse o zaman B eksik sezgisel tercih ilişkisi olarak tanımlanır.

Eksik tercih ilişkileri geçişlilik özelliği ile ilişkilidir. Tanımlanan çarpımsal geçişliliği kullanarak, çarpımsal tutarlı eksik tercih ilişkisi kavramı aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

Tanım 4.6. Eğer $w_i = (\mu_i, v_i)$ şeklinde $0 \leq \mu_i \leq 1 - v_i \leq 1$ koşulunu sağlayan bir öncelik vektörü $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ varsa eksik SBTİ \tilde{B} çarpımsal tutarlı eksik SBTİ olarak adlandırılır.

Tanımlanan çarpımsal geçişlilik özelliğine dayanarak eksik SBTİ'nin kayıp değerlerini tahmin etmek için bir yaklaşım geliştirilmiştir:

Teorem 5. $\tilde{B} = (\tilde{b}_{ij})_{n \times n}$ eksik SBTİ olsun, kayıp değer \tilde{b}_{ij} tanımlanan çarpımsal geçişlilik ile aşağıdaki tanımlanabilir:

$$\tilde{b}_{ij}^{(k)} = \left[\frac{\mu_{ik}\mu_{kj}}{\mu_{ik}\mu_{kj} + (1-\mu_{ik}) \cdot (1-\mu_{kj})}, \frac{v_{ik}v_{kj}}{v_{ik}v_{kj} + (1-v_{ik}) \cdot (1-v_{kj})} \right] \quad (4.22)$$

burada $k \in K$, $k \neq i$, $k \neq j$ ve $\tilde{b}_{ij} \in U$, K bilinen tercih ilişkilerinin kümesi ve U bilinmeyen tercih ilişkilerinin kümesidir. Eğer $i = j$ ise Teorem 1 aracılığı ile ilgili değer (0.5,0.5) şeklinde tahmin edilir.

Tüm $\tilde{b}_{ij} \in U$ için k 'lar kullanılarak bulunan $\tilde{b}_{ij}^{(k)}$ değerlerini birleştirmek için IFG operatörünü kullanabiliriz:

$$\text{IFG}_{\omega}(\tilde{b}_{ij}^{(1)}, \tilde{b}_{ij}^{(2)}, \dots, \tilde{b}_{ij}^{(k)}) = \left[\left(\prod_{k=1}^K \mu_{ij}^{(k)} \right)^{1/\#K}, \left(\prod_{k=1}^K v_{ij}^{(k)} \right)^{1/\#K} \right]. \quad (4.23)$$

5. UYGULAMA

Bu bölümde, SBTİ için geliştirilen yaklaşımların bir karar verme sürecine uygulanabileceğini göstermek için TS'ye yönelik bir örnek uygulama geliştirilecektir. Bu uygulamada, XYZ firmasının tedarikçi seçim problemi, karar verme problemi olarak ele alınmıştır. Firma, sektöre yeni katılacak yerel bir üretim işletmesidir. Firmanın üretim sürecinde kullanacağı p parçası, ürünün ana maliyetinin büyük bir kısmını oluşturacaktır. Bu nedenle, p parçası için en iyi tedarikçinin seçilmesi, firmanın vermesi gereken hayati öneme sahip kararlardan biridir. Firmanın hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynayan bu kararın verilmesi için literatürde de kabul görmüş aşağıdaki aşamalar izlenmiştir:

1. Problemin tanımlanması
2. Kriterlerin belirlenmesi
3. Ön eleme
4. Son seçim

5.1. Problemin Tanımlanması

Firmanın temel problemi, p parçası için en iyi tedarikçinin seçilmesidir, yani bir TSP'dir. Firma yöneticileri ile görüşülerek problemin tanımı aşağıdaki gibi detaylandırılmıştır:

- Firma, içinde bulunduğu sektörde rekabet avantajı sağlamak istemektedir, bu nedenle, tedarikçi firma ile uzun süreli ve güçlü bir ilişki kurmak istemektedir.
- Firma, araştırma geliştirme ve ürün geliştirme konularına önem verdiği için ürün tasarımında yapacağı değişikliklere hızlı cevap verebilecek tedarikçi ile çalışmak istemektedir.
- Firma, üretimde kullanacağı parçanın stratejik parça olması nedeniyle ürünü zamanında istenilen koşullarda teslim edebilen ve uygun fiyatta ve kalitede ürünler sağlayabilen tedarikçi ile çalışmak istemektedir.

- Firma, içinde bulunduğu sektördeki talebin sürekli değişken yapıda olması nedeniyle bu değişkenliğe hızlı ve ekonomik cevap verebilen tedarikçi ile çalışmak istemektedir.

5.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Firmanın tedarikçi firmalar ile daha önceden bir iş ilişkisinin olmaması, tedarikçi firma ile uzun süreli güçlü ilişkiler kurmak istemesi ve tedarik edeceği hammaddenin oldukça önemli olması nedeniyle firma çok sayıda kriteri dikkate almak istemektedir. Problemin tanımı aşamasında belirlenen hedefler doğrultusunda firmanın konu ile ilgili uzmanlarının görüşleri alınarak, TSP'nin çözülmesi için 7 kriter dikkate alınmıştır (Bkz. Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. p parçası için belirlenen tedarikçi seçim kriterleri

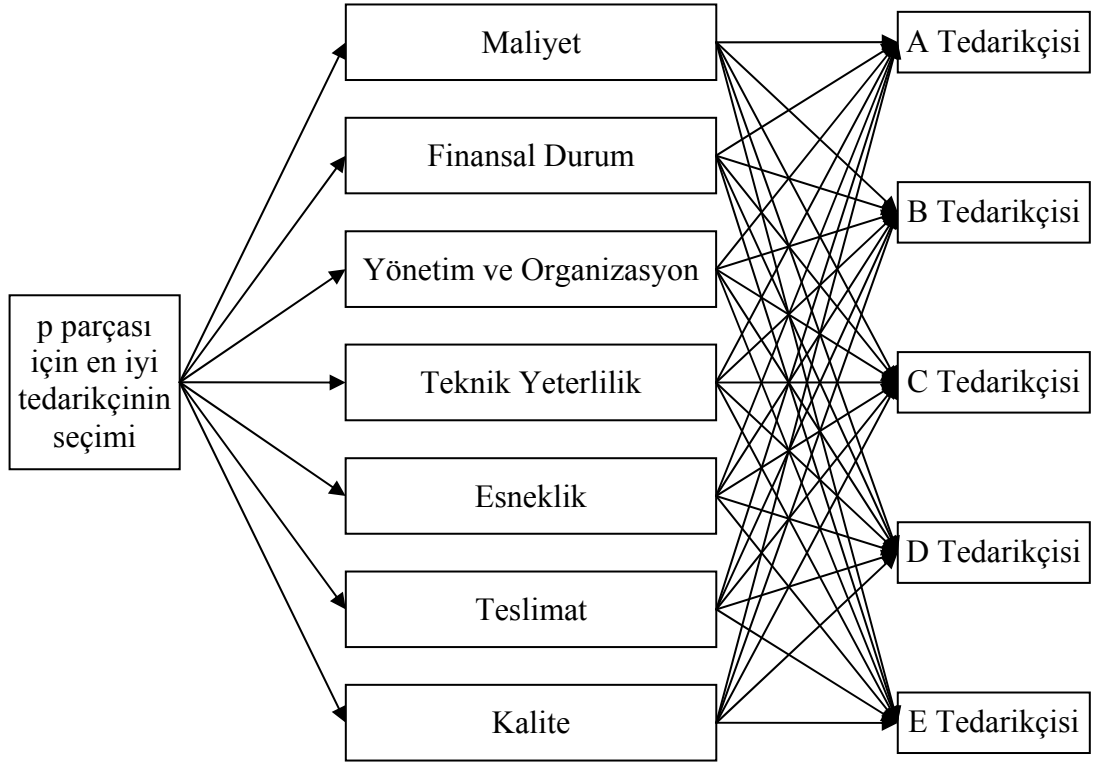
No	Kriterler
1	Maliyet
2	Finansal Durum
3	Yönetim ve Organizasyon
4	Teknik Yeterlilik
5	Esneklik
6	Teslimat
7	Kalite

5.3. Ön Eleme

XYZ firması, p parçasının satın alınması ile ilgili ilanı çeşitli iletişim kanallarıyla ile parça tedarikçilerine duyurmuştur ve bu tedarikçilerden gelen başvuruları toplayarak bir tedarikçi havuzu oluşturmuştur. Firmanın satın alma departmanında çalışan üç uzman, geçmişteki tecrübelerine dayanarak ilgili başvuruları ön değerlendirmeye tabi tutmuşlar ve bu ön değerlendirme neticesinde A, B, C, D ve E firmalarının çalışılmasında sakınca bulunmayan aday tedarikçi firmalar olduğunu tespit etmişlerdir. Bu nedenle, A, B, C, D ve E firmaları son aşamada değerlendirmeye tabi tutulacak aday tedarikçi firmalar olarak değerlendirilecektir.

5.4. Son Seçim

XYZ firması için tanımlanan TSP'nin hiyerarşik gösterimi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Tedarikçi seçim probleminin hiyerarşik gösterimi

Satın alma yöneticisi, A, B, C, D ve E aday tedarikçilerini değerlendirilmesi için firmanın satın alma departmanında çalışan 3 uzmanı karar vericiler olarak görevlendirmiştir ve birinci karar vericiye tecrübesinden dolayı daha fazla ağırlık atayarak karar vericilerin ağırlık vektörünü $\lambda = (0,4;0,3;0,3)$ olarak tespit etmiştir.

Bu karar vericiler hem tedarikçi firmalar ile hem de onların iş yaptıkları firmalar ile görüşerek gerekli istihbaratları toplamışlardır. Daha sonra, karar vericiler, aday tedarikçileri EK-1'deki "Tedarikçi Firma Değerlendirme Formu" çerçevesinde değerlendirmişlerdir. Bu form, kesin olmayan 7 kriteri alt kriterlere bölerek karar vericinin bilgisini kolayca ifade etmesini sağlar. Karar vericiler, kriterlerle ilgili sorulara katılıyorum (+), katılmıyorum (-) veya fikrim yok ya da emin değilim (?) şeklinde cevaplar vererek aday tedarikçiler hakkındaki görüşlerini yansıtır. Karar

vericinin fikrinin olmaması ya da emin olmaması, konu hakkındaki tereddütlüğü gösterdiğinden dolayı karar vericinin bilgisi SBK ile modellenmiştir. EK-2’de, karar vericilerin her bir aday tedarikçi için ilgili forma verdikleri cevaplar özetlenmiştir. Bu cevaplar, Szmidt ve Baldwin’in çalışmalarında gösterdiği gibi sezgisel bulanık sayıya dönüştürülmüştür [Szmidt ve Baldwin, 2006]. Bütün soruların önemi eşit alınarak (maliyet kriteri soruları hariç) olumlu, olumsuz ve emin değilim şeklindeki cevaplar toplam soru sayısına bölünerek sırasıyla üye olma, üye olmama ve tereddütlük dereceleri bulunmuştur. Örneğin, birinci karar vericinin A aday tedarikçisinin teknik yeterliliği hakkındaki bilgisi, tereddütlük derecesi $(1/10)$ olan $(5/10;4/10)$ sezgisel bulanık sayısı ile gösterilmiştir. Maliyet kriteri için soruların önem dereceleri eşit alınmayarak sırasıyla 0,6, 0,1, 0,1, 0,1 ve 0,1 alınmıştır. Örneğin, ikinci karar vericinin E aday tedarikçisinin maliyet kriteri hakkındaki bilgisi, tereddütlük derecesi $(0,1 \times 1) + (0,1 \times 1) = 0,2$ olan $(0,6;0,2) = ((0,6 \times 1; 0,1 \times 1 + 0,1 \times 1))$ sezgisel bulanık sayısı ile gösterilmiştir. EK-2’deki veriler ışığında, karar vericiler bazında aday tedarikçilerin kriterleri karşılama dereceleri yukarıdaki gibi hesaplanarak Çizelge 5.2 elde edilmiştir. Daha sonra, IFWA operatörü (Eş. (3.6)) ile karar vericilerden sağlanan farklı değerler birleştirilip aday tedarikçilerin kriterleri karşılama dereceleri Çizelge 5.3’deki gibi hesaplanmıştır.

Karar vericilerin her bir kritere ne kadar önem verdiğini (kriter ağırlığı) tespit etmek için SBTİ’ye dayanan ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. EK-3’de verilen form her bir karar vericinin kriterler hakkındaki görüşünü elde etmek için kullanılmıştır. Örneğin, birinci karar vericinin maliyet ve finansal durum kriterlerini karşılaştırma değerini hesaplamak için öncelikle karar vericiye “Net Fiyat kriterinin, Finansal Durum kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır” sorusu sorulmuştur ve karar vericiden en az 0,6, en çok 0,7 cevabı alınmıştır. 0,7 değeri üye olma derecesinin alabileceği maksimum değeri gösterdiğinden dolayı, bu değer 1’den çıkartılarak üye olmama derecesi hesaplanır, yani karar vericiden sağlanan bu bilgi, üye olma derecesi 0,6 ve üye olmama derecesi $1 - 0,7 = 0,3$ olan $(0,6;0,3)$ sezgisel bulanık sayısı ile gösterilir. Karar vericilerin, EK-3’deki forma verdikleri cevaplar

Çizelge 5.4’de özetlenmiştir. İkinci karar verici, bazı tercih ilişkisi değerlerini ifade etmemiştir, yani ikinci karar vericinin sağladığı tercih ilişkisi, eksik SBTİ’dir. Bu nedenle, ilk olarak bilinmeyen tercih ilişkilerinin değerleri, Eş. (4.22) ve Eş. (4.23) kullanılarak aşağıdaki gibi tahmin edilmiştir:

$$\begin{aligned}
\tilde{b}_{13}^{(2)} &= b_{12}b_{23} = (0,683;0,060), & \tilde{b}_{13}^{(4)} &= b_{14}b_{43} = (0,500;0,214), \\
\tilde{b}_{13}^{(6)} &= b_{16}b_{63} = (0,650;0,119), & \tilde{b}_{13}^{(7)} &= b_{17}b_{73} = (0,740;0,042), \\
\tilde{b}_{15}^{(2)} &= b_{12}b_{25} = (0,632;0,050), & \tilde{b}_{15}^{(6)} &= b_{16}b_{65} = (0,500;0,143), \\
\tilde{b}_{15}^{(7)} &= b_{17}b_{75} = (0,599;0,070), & \tilde{b}_{45}^{(2)} &= b_{42}b_{25} = (0,300;0,350), \\
\tilde{b}_{45}^{(3)} &= b_{43}b_{35} = (0,170;0,500), & \tilde{b}_{45}^{(6)} &= b_{46}b_{65} = (0,188;0,400), \\
\tilde{b}_{45}^{(7)} &= b_{47}b_{75} = (0,234;0,443), & \tilde{b}_{67}^{(1)} &= b_{61}b_{17} = (0,234;0,247), \\
\tilde{b}_{67}^{(2)} &= b_{62}b_{27} = (0,143;0,438), & \tilde{b}_{67}^{(3)} &= b_{63}b_{37} = (0,200;0,557), \\
\tilde{b}_{67}^{(4)} &= b_{64}b_{47} = (0,200;0,443), & \tilde{b}_{67}^{(5)} &= b_{65}b_{57} = (0,188;0,449),
\end{aligned}$$

ve Eş. (4.23) kullanılarak, Eş. (4.22) ile tahmin edilen değerler aşağıdaki gibi birleştirilmiştir:

$$\begin{aligned}
\tilde{b}_{13} &= \left(\begin{array}{l} (0,683 \times 0,500 \times 0,650 \times 0,740)^{1/4}; \\ (0,060 \times 0,214 \times 0,119 \times 0,042)^{1/4} \end{array} \right) = (0,637;0,090), \\
\tilde{b}_{15} &= \left(\begin{array}{l} (0,632 \times 0,500 \times 0,599)^{1/3}; \\ (0,050 \times 0,143 \times 0,070)^{1/3} \end{array} \right) = (0,574;0,079), \\
\tilde{b}_{45} &= \left(\begin{array}{l} (0,300 \times 0,170 \times 0,188 \times 0,234)^{1/4}; \\ (0,350 \times 0,500 \times 0,400 \times 0,443)^{1/2} \end{array} \right) = (0,218;0,420), \\
\tilde{b}_{67} &= \left(\begin{array}{l} (0,234 \times 0,143 \times 0,200 \times 0,200 \times 0,188)^{1/5}; \\ (0,247 \times 0,438 \times 0,557 \times 0,443 \times 0,449)^{1/5} \end{array} \right) = (0,191;0,413).
\end{aligned}$$

Çizelge 5.2. Karar vericiler bazında aday tedarikçilerin kriterleri karşılama dereceleri

Karar vericiler	Tedarikçiler	Kriterler						
		Maliyet Avantajı*	Finansal Durum	Yönetim ve Org.	Teknik Yeterlilik	Esneklik	Teslimat	Kalite
1	A	(0,200;0,700)	(0,375;0,375)	(0,333;0,333)	(0,500;0,400)	(0,833;0,167)	(0,250;0,500)	(0,500;0,250)
	B	(0,900;0,100)	(0,750;0,125)	(0,750;0,083)	(0,600;0,300)	(0,333;0,500)	(0,750;0,250)	(0,625;0,375)
	C	(0,300;0,100)	(0,625;0,250)	(0,500;0,333)	(0,800;0,100)	(0,833;0,167)	(0,250;0,750)	(0,375;0,375)
	D	(0,700;0,200)	(0,375;0,125)	(0,583;0,250)	(0,600;0,200)	(0,500;0,333)	(0,750;0,250)	(0,750;0,125)
	E	(0,100;0,800)	(0,500;0,250)	(0,250;0,583)	(0,400;0,300)	(0,667;0,167)	(0,250;0,500)	(0,125;0,875)
2	A	(0,300;0,100)	(0,500;0,375)	(0,250;0,500)	(0,600;0,300)	(0,833;0,167)	(0,500;0,250)	(0,500;0,125)
	B	(0,700;0,200)	(0,500;0,250)	(0,833;0,083)	(0,500;0,300)	(0,333;0,333)	(0,750;0,250)	(0,750;0,250)
	C	(0,600;0,100)	(0,500;0,500)	(0,667;0,083)	(0,800;0,100)	(0,667;0,167)	(0,500;0,250)	(0,500;0,375)
	D	(0,800;0,100)	(0,250;0,375)	(0,750;0,167)	(0,700;0,200)	(0,333;0,500)	(0,500;0,500)	(0,875;0,125)
	E	(0,200;0,600)	(0,375;0,375)	(0,333;0,417)	(0,300;0,300)	(0,500;0,167)	(0,500;0,250)	(0,125;0,500)
3	A	(0,300;0,600)	(0,500;0,250)	(0,333;0,500)	(0,500;0,200)	(0,667;0,167)	(0,250;0,250)	(0,375;0,375)
	B	(0,800;0,100)	(0,500;0,125)	(0,750;0,083)	(0,700;0,100)	(0,167;0,667)	(0,750;0,250)	(0,500;0,250)
	C	(0,200;0,100)	(0,375;0,250)	(0,500;0,250)	(0,800;0,100)	(0,667;0,167)	(0,250;0,500)	(0,500;0,125)
	D	(0,600;0,100)	(0,500;0,375)	(0,750;0,250)	(0,700;0,100)	(0,333;0,667)	(0,750;0,250)	(0,875;0,125)
	E	(0,200;0,700)	(0,500;0,500)	(0,333;0,500)	(0,400;0,400)	(0,500;0,167)	(0,500;0,500)	(0,250;0,625)

* “Maliyet” kriteri, bütünleyeni alınarak fayda kriteri olan “Maliyet Avantajı” kriterine dönüştürülmüştür ve sadece bu kriter için soruların önem dereceleri eşit alınmayarak sırasıyla (0,6;0,1;0,1;0,1;0,1) alınmıştır.

Çizelge 5.3. Aday tedarikçilerin kriterleri karşılama dereceleri

Tedarikçiler	Kriterler						
	Maliyet Avantajı	Finansal Durum	Yönetim ve Org.	Teknik Yeterlilik	Esneklik	Teslimat	Kalite
A	(0,262;0,373)	(0,453;0,332)	(0,309;0,425)	(0,532;0,298)	(0,795;0,167)	(0,336;0,330)	(0,465;0,229)
B	(0,829;0,123)	(0,621;0,154)	(0,779;0,083)	(0,608;0,216)	(0,287;0,483)	(0,750;0,250)	(0,638;0,294)
C	(0,384;0,100)	(0,523;0,308)	(0,557;0,201)	(0,800;0,100)	(0,747;0,167)	(0,336;0,478)	(0,453;0,270)
D	(0,710;0,132)	(0,383;0,242)	(0,693;0,221)	(0,663;0,162)	(0,406;0,463)	(0,692;0,308)	(0,835;0,125)
E	(0,161;0,705)	(0,465;0,348)	(0,301;0,503)	(0,372;0,327)	(0,575;0,167)	(0,412;0,406)	(0,165;0,669)

Çizelge 5.4. Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için karar vericilerden sağlanan sezgisel bulanık tercih ilişkileri

Karar verici	Kriter	Kriter						
		Maliyet	Finansal Durum	Yönetim ve Org.	Teknik Yeterlilik	Esneklik	Teslimat	Kalite
1	Maliyet	(0,50;0,50)	(0,60;0,30)	(0,65;0,25)	(0,60;0,20)	(0,70;0,20)	(0,50;0,30)	(0,40;0,20)
	Finansal Durum	(0,30;0,60)	(0,50;0,50)	(0,45;0,40)	(0,65;0,15)	(0,60;0,25)	(0,20;0,60)	(0,15;0,65)
	Yönetim ve Org.	(0,25;0,65)	(0,40;0,45)	(0,50;0,50)	(0,45;0,30)	(0,40;0,35)	(0,25;0,60)	(0,20;0,70)
	Teknik Yeterlilik	(0,20;0,60)	(0,15;0,65)	(0,30;0,45)	(0,50;0,50)	(0,45;0,45)	(0,15;0,70)	(0,10;0,65)
	Esneklik	(0,20;0,70)	(0,25;0,60)	(0,35;0,40)	(0,45;0,45)	(0,50;0,50)	(0,20;0,65)	(0,10;0,75)
	Teslimat	(0,30;0,50)	(0,60;0,20)	(0,60;0,25)	(0,70;0,15)	(0,65;0,20)	(0,50;0,50)	(0,50;0,25)
	Kalite	(0,20;0,40)	(0,65;0,15)	(0,70;0,20)	(0,65;0,10)	(0,75;0,10)	(0,25;0,50)	(0,50;0,50)
2	Maliyet	(0,50;0,50)	(0,80;0,05)	x	(0,55;0,25)	x	(0,65;0,20)	(0,55;0,15)
	Finansal Durum	(0,05;0,80)	(0,50;0,50)	(0,35;0,55)	(0,35;0,50)	(0,30;0,50)	(0,25;0,60)	(0,10;0,70)
	Yönetim ve Org.	x	(0,55;0,35)	(0,50;0,50)	(0,45;0,45)	(0,20;0,55)	(0,35;0,50)	(0,20;0,70)
	Teknik Yeterlilik	(0,25;0,55)	(0,50;0,35)	(0,45;0,45)	(0,50;0,50)	x	(0,30;0,50)	(0,20;0,65)
	Esneklik	x	(0,50;0,30)	(0,55;0,20)	x	(0,50;0,50)	(0,40;0,35)	(0,30;0,55)
	Teslimat	(0,20;0,65)	(0,60;0,25)	(0,50;0,35)	(0,50;0,30)	(0,35;0,40)	(0,50;0,50)	x
	Kalite	(0,15;0,55)	(0,70;0,10)	(0,70;0,20)	(0,65;0,20)	(0,55;0,30)	x	(0,50;0,50)
3	Maliyet	(0,50;0,50)	(0,55;0,25)	(0,65;0,20)	(0,55;0,30)	(0,60;0,30)	(0,65;0,25)	(0,60;0,30)
	Finansal Durum	(0,25;0,55)	(0,50;0,50)	(0,50;0,35)	(0,45;0,40)	(0,20;0,55)	(0,25;0,60)	(0,30;0,60)
	Yönetim ve Org.	(0,20;0,65)	(0,35;0,50)	(0,50;0,50)	(0,35;0,45)	(0,30;0,50)	(0,15;0,65)	(0,15;0,65)
	Teknik Yeterlilik	(0,30;0,55)	(0,40;0,45)	(0,45;0,35)	(0,50;0,50)	(0,30;0,50)	(0,20;0,55)	(0,25;0,60)
	Esneklik	(0,30;0,60)	(0,55;0,20)	(0,50;0,30)	(0,50;0,30)	(0,50;0,50)	(0,30;0,55)	(0,40;0,40)
	Teslimat	(0,25;0,65)	(0,60;0,25)	(0,65;0,15)	(0,55;0,20)	(0,55;0,30)	(0,50;0,50)	(0,45;0,40)
	Kalite	(0,30;0,60)	(0,60;0,30)	(0,65;0,15)	(0,60;0,25)	(0,40;0,40)	(0,40;0,45)	(0,50;0,50)

Kriter önem derecelerini belirleme formundaki “En Çok” değerler, 1’den çıkarılarak üye olmama derecesine dönüştürülmüştür.

“x”, karar vericinin ifade etmediği bilinmeyen tercih ilişkisini göstermektedir.

Çizelge 5.5. Karar vericilerden sağlanan sezgisel bulanık tercih ilişkilerinin B^* matrisleri

Karar verici	Kriter	Kriter						
		Maliyet	Finansal Durum	Yönetim ve Org.	Teknik Yeterlilik	Esneklik	Teslimat	Kalite
1	Maliyet	(0,500;0,500)	(0,600;0,317)	(0,650;0,250)	(0,736;0,200)	(0,700;0,200)	(0,500;0,391)	(0,500;0,443)
	Finansal Durum	(0,317;0,600)	(0,500;0,500)	(0,450;0,400)	(0,650;0,273)	(0,603;0,273)	(0,300;0,650)	(0,222;0,650)
	Yönetim ve Org.	(0,250;0,650)	(0,400;0,450)	(0,500;0,500)	(0,553;0,317)	(0,500;0,350)	(0,250;0,700)	(0,250;0,700)
	Teknik Yeterlilik	(0,200;0,736)	(0,273;0,650)	(0,317;0,553)	(0,500;0,500)	(0,450;0,450)	(0,200;0,736)	(0,150;0,775)
	Esneklik	(0,200;0,700)	(0,273;0,603)	(0,350;0,500)	(0,450;0,450)	(0,500;0,500)	(0,200;0,750)	(0,200;0,750)
	Teslimat	(0,391;0,500)	(0,650;0,300)	(0,700;0,250)	(0,736;0,200)	(0,750;0,200)	(0,500;0,500)	(0,500;0,437)
	Kalite	(0,443;0,500)	(0,650;0,222)	(0,700;0,250)	(0,775;0,150)	(0,750;0,200)	(0,437;0,500)	(0,500;0,500)
2	Maliyet	(0,500;0,500)	(0,800;0,152)	(0,740;0,214)	(0,694;0,250)	(0,632;0,194)	(0,650;0,250)	(0,550;0,382)
	Finansal Durum	(0,152;0,800)	(0,500;0,500)	(0,350;0,550)	(0,350;0,571)	(0,300;0,599)	(0,250;0,600)	(0,155;0,740)
	Yönetim ve Org.	(0,214;0,740)	(0,550;0,350)	(0,500;0,500)	(0,450;0,450)	(0,344;0,550)	(0,350;0,500)	(0,200;0,700)
	Teknik Yeterlilik	(0,250;0,694)	(0,571;0,350)	(0,450;0,450)	(0,500;0,500)	(0,310;0,500)	(0,382;0,500)	(0,289;0,656)
	Esneklik	(0,194;0,632)	(0,599;0,300)	(0,550;0,344)	(0,500;0,310)	(0,500;0,500)	(0,400;0,391)	(0,300;0,550)
	Teslimat	(0,250;0,650)	(0,600;0,250)	(0,500;0,350)	(0,500;0,382)	(0,391;0,400)	(0,500;0,500)	(0,234;0,557)
	Kalite	(0,382;0,550)	(0,740;0,155)	(0,700;0,200)	(0,656;0,289)	(0,550;0,300)	(0,557;0,234)	(0,500;0,500)
3	Maliyet	(0,500;0,500)	(0,736;0,260)	(0,775;0,200)	(0,694;0,300)	(0,694;0,300)	(0,650;0,344)	(0,603;0,391)
	Finansal Durum	(0,260;0,736)	(0,500;0,500)	(0,500;0,350)	(0,450;0,400)	(0,333;0,550)	(0,382;0,600)	(0,333;0,600)
	Yönetim ve Org.	(0,200;0,775)	(0,350;0,500)	(0,500;0,500)	(0,350;0,450)	(0,300;0,553)	(0,317;0,650)	(0,273;0,650)
	Teknik Yeterlilik	(0,300;0,694)	(0,400;0,450)	(0,450;0,350)	(0,500;0,500)	(0,391;0,500)	(0,443;0,551)	(0,391;0,600)
	Esneklik	(0,300;0,694)	(0,550;0,333)	(0,553;0,300)	(0,500;0,391)	(0,500;0,500)	(0,443;0,550)	(0,400;0,449)
	Teslimat	(0,344;0,650)	(0,600;0,382)	(0,650;0,317)	(0,551;0,443)	(0,550;0,443)	(0,500;0,500)	(0,450;0,443)
	Kalite	(0,391;0,603)	(0,600;0,333)	(0,650;0,273)	(0,600;0,391)	(0,449;0,400)	(0,443;0,450)	(0,500;0,500)

Eş. (4.23) ile tahmin edilen değerler ikinci karar vericinin tercih ilişkisi matrisinde yerine koyulmuştur. Daha sonra, karar vericilerin tutarlı olup olmadığını tespit etmek için Eş. (4.18)'den yararlanılmıştır ve hesaplanan değerler ($B^* = (b_{ij}^*)_{n \times n}$ matrisleri) Çizelge 5.5'de gösterilmiştir. Bu tercih ilişkileri, Teorem 3'de verilen koşulu sağlamaktadır, yani bunlar çarpımsal tutarlı SBTİ'lerdir. Bu tercih ilişkileri çarpımsal tutarlı SBTİ olduğu için öncelik vektörleri Eş. (4.19) kullanılarak hesaplanabilir. Çizelge 5.6, karar vericilerden sağlanan kriter ağırlıklarını (öncelik vektörleri) göstermektedir.

Çizelge 5.6. Karar vericilerden sağlanan kriter ağırlıkları

Kriter	Ağırlık	Karar Vericiler		
		1	2	3
Maliyet	w_1	(0,200;0,732)	(0,251;0,664)	(0,268;0,724)
Finansal Durum	w_2	(0,088;0,869)	(0,047;0,925)	(0,086;0,891)
Yönetim ve Org.	w_3	(0,075;0,893)	(0,069;0,898)	(0,063;0,911)
Teknik Yeterlilik	w_4	(0,048;0,928)	(0,082;0,883)	(0,096;0,880)
Esneklik	w_5	(0,053;0,921)	(0,087;0,833)	(0,115;0,855)
Teslimat	w_6	(0,192;0,752)	(0,087;0,841)	(0,143;0,842)
Kalite	w_7	(0,195;0,753)	(0,181;0,737)	(0,145;0,819)

Bu kriter ağırlıkları, IFWA operatörü (Eş. (3.6)) ile birleştirilerek kriter ağırlıkları aşağıdaki gibi bulunmuştur:

$$w_1 = (0,236;0,709), \quad w_2 = (0,075;0,892), \quad w_3 = (0,070;0,900),$$

$$w_4 = (0,073;0,900), \quad w_5 = (0,082;0,874), \quad w_6 = (0,147;0,804),$$

$$w_7 = (0,176;0,767).$$

Bulunan bu ağırlıklar şu şekilde yorumlanır: w_1 ağırlığı 0,236 ve $1-0,709 = 0,291$, w_2 ağırlığı 0,075 ve $1-0,892 = 0,108$, w_3 ağırlığı 0,070 ve $1-0,900 = 0,100$, w_4 ağırlığı 0,073 ve $1-0,900 = 0,100$, w_5 ağırlığı 0,082 ve $1-0,874 = 0,126$, w_6

ağırlığı 0,147 ve $1-0,804=0,196$ ve w_7 ağırlığı 0,176 ve $1-0,767=0,233$ arasında değişmektedir. Bu ağırlıklar Eş. (3.5)'den faydalanılarak ve normalize edilerek aşağıdaki ağırlıklara dönüştürülmüştür:

$$w_1 = (0,277), w_2 = (0,086), w_3 = (0,080), w_4 = (0,083), \\ w_5 = (0,095), w_6 = (0,172), w_7 = (0,207).$$

Çizelge 5.3'deki değerler, bulunan ağırlıklar dikkate alınarak IFWG operatörü ile birleştirilerek birleştirilmiş ağırlıklı sezgisel bulanık değerlere dönüştürülmüştür ve daha sonra bu değerlerin en ideal çözüm olan $(1;0)$ 'a olan benzerlikleri $p=1$ alınarak Eş. (3.20) ile ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7. Aday tedarikçilerin en ideal çözüme benzerlikleri

Tedarikçi Firmalar	Birleştirilmiş Ağırlıklı Sezgisel Bulanık Değer	En ideal çözüme benzerlikleri
A	(0,385;0,300)	0,643
B	(0,660;0,196)	0,797
C	(0,465;0,197)	0,700
D	(0,652;0,190)	0,794
E	(0,265;0,475)	0,553

Firmalar, en ideal çözüme benzerlikleri dikkate alınarak aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

$$B \succ D \succ C \succ A \succ E,$$

burada " \succ ", bir firmanın diğer bir firmaya tercih edildiğini gösterir. Böylece, B firması, p parçasının tedarik edilebileceği en iyi firmadır.

B firması, en iyi firma olmasına rağmen D firması ile arasındaki fark oldukça azdır. Çizelge 5.3 detaylı olarak incelendiğinde, D firmasının kalite, esneklik ve teknik yeterlilik açısından B firmasından daha iyi olduğu, ancak maliyet, finansal durum, yönetim ve organizasyon ve teslimat açısından B firması kadar iyi olmadığı

anlaşılmaktadır. Firmanın, maliyet ve teslimat kriterlerine yüksek derecede önem vermesi B firmasının seçilmesine neden olmuştur. C firması sadece teknik yeterlilik ve esneklik açısından B firmasından üstündür, fakat bu kriterlerin önem dereceleri genel toplam içinde oldukça düşüktür. A ve E firmaları ise sadece genel toplamda düşük öneme sahip olan esneklik açısından B firmasına üstünlük sağlayabildiğinden dolayı sıralamada son sıralarda yer almışlardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmenin artması, rekabet ve müşteri beklentilerinde değişimlere neden olmuştur. Firmalar bu değişimlere ayak uydurabilmek, varlıklarını sürdürebilmek ve pazar paylarını artırabilmek için hem tedarikçileri ile hem de müşterileri ile güçlü ve uzun dönemli ilişkiler kurma yoluna gitmişlerdir. Bunun sonucunda, TZY kavramı ortaya çıkmıştır. TZY, günümüz rekabet koşullarının gereklerinin yerine getirilmesi, müşteri beklentilerini karşılayan kaliteli ürünün düşük maliyetle üretilmesi ve böylece, firmaların varlıklarını sürdürebilmesi için oldukça önemli bir araçtır. Son yıllarda, TZY kavramına verilen önemle birlikte firmalar artık TZ'ler boyutunda rekabet etmeye başlamışlardır.

Firmaların tedarikçileri ile uzun dönemli güçlü ilişkiler kurabilmelerinin yolu kendi organizasyon yapılarına ve hedeflerine uygun tedarikçi firmalar ile çalışmasından geçmektedir. Bu nedenle TS, firmaların karşılaştıkları en kritik faaliyetlerden biri olmuştur. Firmaların bu kritik seçim problemini doğru bir şekilde çözebilmesi için literatürde çok çeşitli modeller önerilmiştir. Bu modeller, mevcut tedarikçilerden birinin seçilmesi (veya birkaç tedarikçi arasında siparişin dağıtılması) ya da daha önce çalışılmayan yeni tedarikçilerden birinin seçilmesi için geliştirilmiştir. Mevcut tedarikçilerden birinin seçilmesi durumu, genellikle tedarikçiler hakkında geçmiş bilginin olması ve daha önceden bir seçim faaliyeti gerçekleştirildiği için belirsizlik seviyesi yeni tedarikçilerden birinin seçilmesi durumuna göre düşük seviyededir.

Yeni tedarikçilerden birinin seçilmesi problemi yüksek seviyede belirsizlik içerdiğinden dolayı seçim problemlerinde belirsizliği ele alan BKT'ye dayalı modeller kullanılmaya başlanmıştır. Bu modellerde, BTİ, karar vericinin karar verme problemi hakkındaki bilgisini kolayca yansıtmasını sağladığından dolayı en yaygın kullanılan bilgi gösterim biçimidir. BTİ, karar vericinin bilgisini ifade etmesinde iyi bir araç olmasına rağmen bazı durumlarda yetersiz kalabilmektedir. SBTİ üye olma, üye olmama ve tereddüt derecesi ile gösterildiğinden dolayı karar vericinin tercih bilgisini yansıtmakta oldukça kullanışlıdır. Fakat, SBTİ, yeni geliştirilen bir kavram

olduğu ve teorik açıdan yeterli olmadığı için bugüne kadar her hangi bir karar verme problemine uygulanamamıştır.

Bu tez kapsamında, öncelikle SBTİ'nin bir karar verme problemine uygulanabilmesi için gerekli olan teorik yaklaşımlar geliştirilmiştir. İlk önce, SBTİ için çarpımsal geçişlilik tanımlanmıştır ve daha sonra bu geçişlilik kullanılarak bir SBTİ'nin tutarlı olup olmadığının test etmek için bir yöntem, tutarlı SBTİ'nin öncelik vektörünü türetmek için bir formül ve eksik SBTİ'nin kayıp değerlerini tahmin etmek için bir yaklaşım geliştirilmiştir. Son olarak, sektöre yeni katılan dolayısıyla, amacı yeni tedarikçilerden birini seçmek olan bir firmanın TSP'sini çözmek için geliştirilen bu yaklaşımlar kullanılarak SBTİ'ye dayanan bir örnek uygulama yapılmıştır.

SBKT'nın gerçek dünya uygulamalarında kullanımı her geçen gün artmaktadır. En yaygın gösterim biçimlerinden biri olan tercih ilişkilerinin sezgisel bulanık sayı ile ifade edilmesi, yani SBTİ'lerinin kullanımı, karar vericilere bilgilerini ifade etmelerinde büyük kolaylıklar tanımaktadır. Bu nedenle, SBTİ'yi personel seçimi, proje seçimi gibi belirsizlik ve kararsızlık içeren çok amaçlı karar verme problemlerinde kullanmak mümkündür.

KAYNAKLAR

Accenture Consulting, "Supply chain mastery in the global marketplace", *16th POMS annual conference*, Chicago (2005).

Aissaoui, N., Haouaria, M. And Hassini, E., "Supplier selection and order lot sizing modeling: a review", *Computers & Operations Research*, 34: 3516-3540 (2007).

Albino, V. And Garavelli, A. C., "A neural network application to subcontractor rating in construction firms", *International Journal of Project Management*, 16: 9-14 (1998).

Atanassov, K., "Intuitionistic fuzzy sets", *Fuzzy Sets and Systems*, 20: 87-96 (1986).

Atanassov, K., "More on intuitionistic fuzzy sets", *Fuzzy Sets and Systems*, 33: 37-45 (1989).

Ballou, R. H., "Business logistics management", *Prentice Hall*, New Jersey, 3 (1999).

Barbarosoglu, G. And Yazgac, T., "An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem", *Production and Inventory Management Journal*, 38 (1): 14-21 (1997).

Bayazit, Ö., "Use of analytic network process in vendor selection decisions", *Benchmarking: An International Journal*, 13 (5): 566-579 (2006).

Benton, W. C., "Quantity discount decisions under conditions of multiple items, multiple suppliers and resource limitations", *International Journal of Production Research*, 29 (10): 1953-1961 (1991).

Bevilacqua, M. And Petroni, A., "From traditional purchasing to supplier management: a fuzzy logic-based approach to supplier selection", *International Journal of Logistics*, 5 (3): 235-255 (2002).

Bhutta, K. S. And Huq, F., "Supplier selection problems: comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches", *Supply Chain Management*, 7 (3): 126-135 (2002).

Boran, F. E., Genç S., Kurt, M. And Akay, D., "A Multi Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making for Supplier Selection with TOPSIS Method", *Expert Systems with Applications*, 36: 11363-11368 (2009).

Braglia, M. And Petroni, A., "A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30 (2): 96-111 (2000).

Bustince, H. And Burillo, P., "Vague sets are intuitionistic fuzzy sets", *Fuzzy Sets and Systems*, 79: 403-405 (1996).

Cakravastia, A. And Takahashi, K., "Integrated model for supplier selection and negotiation in a make-to-order environment", *International Journal of Production Research*, 42 (21): 4457-4474 (2004).

Chan, F. T. S. And Kumar, N., "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach", *Omega*, 35 (4): 417-431 (2007).

Chan, F. T. S., "Interactive selection model for supplier selection process: an analytical hierarchy process approach", *International Journal of Production Research*, 41 (15): 3549-3579 (2003).

Chaudry, S., Forst, F. G. And Zydiak, J. L., "Vendor selection with price breaks", *European Journal of Operational Research*, 70 (1): 52-66 (1993).

Chen, C. -T., Lin, C. -T. And Huang, S. -F. "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management", *International Journal of Production Economics*, 102 (2): 289-301 (2006).

Chen, S. M. And Tan, J. M., "Handling multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory", *Fuzzy Sets and Systems*, 67: 163-172 (1994).

Chen, S. M., "Measures of similarity between vague sets", *Fuzzy Sets Systems*, 74 (2): 217-223 (1995).

Chen, S. M., "Similarity measures between vague sets and between elements", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 27 (1): 153-158 (1997).

Chiclana, F., Herrera, F. And Herrera-Viedma, E., "A note on the internal consistency of various preference representations", *Fuzzy Sets and Systems*, 131: 75-78 (2002).

Chiclana, F., Herrera, F. And Herrera-Viedma, E., "Integrating multiplicative preference relations in a multi-purpose decision-making based on fuzzy preference relations", *Fuzzy Sets and Systems*, 122: 277-291 (2001).

Chiclana, F., Herrera, F. And Herrera-Viedma, E., "Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision making based on fuzzy preference relations", *Fuzzy Sets and Systems*, 97: 33-48 (1998).

Chiclana, F., Herrera-Viedma, E., Alonso, S., And Herrera, F., "Cardinal Consistency of Reciprocal Preference relations: A characterization of multiplicative transitivity", *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 17 (1): 14-23 (2009).

Chiclana, F., Herrera-Viedma, E., Alonso, S. And Marques Pereira, R. A., "Preferences and consistency issues in group decision making", In: Bustince, H., Herrera, F. And Montero, J. (eds), "Fuzzy sets and their extensions: representation, aggregation and models", *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Springer Verlag, 220: 219-37 (2008).

Chopra, S. And Meindl, P., "Supply chain management", *Prentice Hall*, New Jersey, 4-7 (2004).

Chou, S. Y. And Chang, Y. H., "A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach", *Expert System with Applications*, 34: 2241-2253 (2008).

Choy, K. L., Lee, W. B. And Lo, V., "Development of an intelligent customer-supplier relationship management system: The application of case-based reasoning", *Industrial Management and Data Systems*, 103: 263-274 (2003).

Choy, K. L. And Lee, W. B., "A generic supplier management tool for outsourced manufacturing", *Supply Chain Management*, 8 (2): 140-154 (2003).

Choy, K. L. And Lee, W. B., "A generic tool for the selection and management of supplier relationships in an outsourced manufacturing environment: the application of case based reasoning", *Logistics Information Management*, 15 (4): 235-253 (2002).

Cogger, K. O. And Yu P. L., "Eigenweight vectors and least-distance approximation for revealed preference in pairwise weight ratios", *Journal of Optimization Theory and Applications*, 46: 483-491 (1985).

Cook, R. L., "Case-based reasoning systems in purchasing: applications and development", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, Winter 32-39 (1997).

Çebi, F. And Bayraktar, D., "An integrated approach for supplier selection", *Logistics Information Management*, 16 (6): 395-400 (2003).

Dai, L., Lui, Y. And Zhang, Z., "Supplier selection with multiple criteria under fuzzy environment", *4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, Dalian, 1-4 (2008).

De Almeida, A. T., "Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method", *Computers and Operations Research*, 34 (12): 3569-3574 (2007).

De Boer, L., Labro, E. And Morlacchi, P., "A review of methods supporting supplier selection", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7: 75-89 (2001).

De Boer, L., Van der Wegen, L. And Telgen, J., "Outranking methods in support of supplier selection", *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 4: 109-118 (1998).

De, S. K., Biswas, R. And Roy, A. R., "Some operations on intuitionistic fuzzy sets", *Fuzzy Sets Systems*, 114: 477-484 (2000).

Degraeve, Z. And Roodhooft, F., "Improving the efficiency of the purchasing process using total cost of ownership information: the case of heating of electrodes at cocckerill sambre S.A.", *European Journal of Operational Research*, 112 (1): 42-53 (1999).

Degraeve, Z., Labro, E. And Roodhooft, F., "The use of total cost of ownership for strategic procurement: a company-wide management information system", *Journal of the Operational Research Society*, 56 (1): 51-59 (2005).

Demirtaş, E. A. And Üstün, Ö., "Analytic network process and multi-period goal programming integration in purchasing decisions", *Computers & Industrial Engineering*, 56 (2): 677-690 (2009).

Dengfeng, L. And Chuntian, C., "New similarity measure of intuitionistic fuzzy sets and application to pattern recognitions", *Pattern Recognition Letters*, 23: 221-225 (2002).

Dickson, G. W., "An analysis of vendor selection systems and decisions", *Journal of Purchasing*, 2 (1): 5-17 (1966).

Ding, H., Benyoucef, L., And Xie, X., "A Simulation-optimization approach using genetic search for supplier selection", *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, France, 1260-1267 (2003).

Dubois, D., And Prade, H., "Fuzzy sets and systems: theory and application", *Academic Press*, New York, 68-94 (1980).

Dulmin, R. And Mininno, V., "Supplier selection using a multi-criteria decision aid method", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9 (4): 177-187 (2003).

Dyer, J. S., Fishburn, P. C., Steuer, R. E., Wallenius, J. And Zionts, S., "Multiple criteria decision making, multi attribute utility theory: the next ten years", *Manage. Sci.*, 38 (5): 645-654 (1992).

Ellram, L. M., "Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 25 (8): 4-23 (1995).

Fan, L. And Zhangyan, X., "Similarity measures between vague sets", *J. Software*, 12 (6): 922-927 (2001).

Faris, C. W., Robinson, P. J. And Wind, Y., "Industrial buying and creative marketing", *Allyn & Bacon*, Boston (1967).

Fasanghari, M. And Chaharsooghi, S. K., "A New Fuzzy Expert System for Supplier Assessment", *Third 2008 International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology*, Busan, 651-656 (2008).

Fisher, M. L., Hammond, J. H., Obermeyer, W. And Raman, A., "Making supply meet demand in an uncertain world", *Harvard Business Review*, 72: 83-93 (1994).

Gau, W. L. And Buehrer, D. J., "Vague sets", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 23: 610-614 (1993).

Gencer, C. And Gürpınar D., "Analytic network process in supplier selection: a case study in an electronic firm", *Applied Mathematical Modeling*, 31: 2475-2486 (2007).

Ghobadian, A., Stainer, A. And Kiss, T., "A computerized vendor rating system", *Proceedings of the First International Symposium on Logistics*, The University of Nottingham, Nottingham, UK, 321-328 (1993).

Ghodsypour, S. H. And O'Brien, C., "The total cost of logistics in supplier selection, under 16 conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraints", *International Journal of Production Economics*, 73:15-27 (2001).

Ghodsypour, S. H. And O'Brien, C. O., "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming", *International Journal of Production Economics*, 56-57: 199-212 (1998).

Giunipero, L. C., And Brand, R. R., "Purchasing's role in supply chain management", *International Journal of Logistics management*, 7 (1): 29-38 (1996).

Gong, Z., "On the problem of group decision making based on intuitionistic fuzzy judgment matrices", *Lecture Notes in Computer Science*, 4688: 315-325 (2007).

Ha, S. H. And Krishnan, R., "A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain", *Expert Systems with Applications*, 34 (2): 1303-1311 (2008).

Haq, A. N. And Kannan G., "Fuzzy analytical hierarchy process for evaluating and selecting a vendor in a supply chain model", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29: 826-835 (2006).

Herrera, F., Herrera-Viedma, E. And Chiclana, F., "Multiperson decision-making based on multiplicative preference relations", *European Journal of Operational Research*, 129: 372-385 (2001).

- Herrera-Viedma, E., Herrera, F. And Chiclana, F., "A consensus model for multiperson decision making with different preference structures", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A:Systems and Humans*, 32: 394-402 (2002).
- Herrera-Viedma, E., Herrera, F., Chiclana, F. And Luque, M., "Some issues on consistency of fuzzy preference relations", *European Journal of Operational Research*, 154: 98-109 (2004).
- Hinkle, C. L., Robinson, P. J. And Green, P. E., "Vendor evaluation using cluster analysis", *Journal of Purchasing*, 5 (3): 49-58 (1969).
- Holt, G. D., "Which contractor selection methodology?", *International Journal of Project Management*, 16 (3): 153-164 (1998).
- Hong, D. H. And Choi, C. H., "Multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory", *Fuzzy Sets and Systems*, 114: 103-113 (2000).
- Hong, D. H. And Kim, C., "A note on similarity measures between vague sets and between elements", *Information Science*, 115: 83-96 (1999).
- Hong, G. H., Park S. C., Jang, D. S. And Rho, H. M., "An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship", *Expert Systems with Applications*, 28 (4): 629-638, (2005).
- Huo, H. And Wei, Z., "Suppliers selection and order allocation in the environment of supply chain based on fuzzy multi-objective integer programming model", *Proceedings of 2008 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, IEEE/SOLI 2008*, Beijing, 2299-2304 (2008).
- Jayaraman, V., Srivastava, R. And Benton, W. C., "Supplier selection and order quantity allocation: a comprehensive model", *Journal of supply chain management*, 35 (2): 50-58 (1999).
- Kannan, V. R. And Tan, K. C., "Attitudes of US and European managers to supplier selection and assessment and implications for business performance", *Benchmarking: An International Journal*, 10 (5): 472-489 (2003).
- Karpak, B., Kumcu, E. And Kasuganti, R., "An application of visual interactive goal programming: a case in vendor selection decisions", *Journal of Multi- Criteria Decision Analysis*, 8: 93-105 (1999).
- Kreinovich, V., Mukaidono, M. And Atanassov, K., "From fuzzy values to intuitionistic fuzzy values to intuitionistic fuzzy intervals etc.: Can we get an arbitrary ordering?", *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, 5 (3): 11-18 (1999).

Kumar, M., Vrat, P. And Shankar, R., “A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain”, *Computers & Industry Engineering*, 46 (1): 69-85 (2004).

Lasch R. And Janker C. G., “Supplier selection and controlling using multivariate analysis”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 35(6): 409-425 (2005).

Lee, A. H. I., Kang, H. -Y. And Chang, C. -T., “Fuzzy multiple goal programming applied to TFT LCD supplier selection by downstream manufacturers”, *Expert Systems with Applications*, 36 (3): 6318-6325 (2009).

Lee, H. L., Billington, C. And Carter, B., “Hewlett-Packard gains control of inventory and service through design for localization”, *Interfaces*, 23 (4): 1-11 (1993).

Li, Y., Olson, D. L., And Qin, Z., “Similarity measures between intuitionistic fuzzy (vague) sets: A comparative analysis”, *Pattern Recognition Letters*, 28: 278-285 (2007).

Li, Y., Zhongxian, C., And Degin, Y., “Similarity measures between vague sets and vague entropy”, *Computer Science*, 29 (12): 129-132 (2002).

Lipovetsky, S. And Michael-Conklin, W., “Robust estimation of priorities in the AHP”, *European Journal of Operational Research*, 137: 110-122 (2002).

Liu, F.-H. And Hai H.L., “The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier”, *International Journal of Production Economics*, 97: 308-317 (2005).

Lui, H. –W. And Wang, G. –J., “Multi-criteria decision-making methods based on intuitionistic fuzzy sets”, *European Journal of Operational Research*, 179: 220-233 (2007).

Liu, J., Ding, F. Y. And Lall, V., “Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 5 (3): 143-150 (2000).

Luce, R. D. And Suppes, P., “Preferences utility and subject probability”, In: Luce, R. D., Bush, R. R., And Galanteret, E., (Eds.) *Handbook of Mathematical Psychology*, Wiley, New York, 3: 249-410 (1965).

Masella, C. And Rangone, A., “A contingent approach to the design of vendor selection systems for different types of co-operative customer/supplier relationship”, *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (1): 70-84 (2000).

- Min, H., "International supplier selection: a multi-attribute utility approach", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24 (5): 24-33 (1994).
- Mitchell, H. B., "On the Dengfeng–Chuntian similarity measure and its application to pattern recognition", *Pattern Recognition Letters*, 24: 3101-3104 (2003).
- Mummalaneni, V., Dubas, K. M. And Chao, C. N., "Chinese purchasing managers' preferences and trade-offs in supplier selection and performance evaluation", *Industry Marketing Management*, 25: 115-124 (1996).
- Muralidharan, C., Anantharaman, N. And Deshmukh, S. G., "Vendor rating in purchasing scenario: a confidence interval approach", *International Journal of Operations & Production Management*, 21 (10): 1305-1325 (2001).
- Narasimhan, R., "An analytic approach to supplier selection", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 1: 27-32 (1983).
- Ng, S. T. And Skitmore, R. M., "CP-DSS: decision support system for contractor prequalification", *Civil Engineering Systems: Decision Making Problem Solving*, 12 (2): 133-160 (1995).
- Nydick, R. L. And Hill, R. P., "Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28 (2): 31-36 (1992).
- Orlovsky, S. A., "Decision-making with a fuzzy preference relation", *Fuzzy Sets and Systems*, 1: 155-167 (1978).
- Papagapiou, A., Mingers, J. And Thanassoulis, E., "Would you buy a used car with DEA?", *Operational Research Insight*, 10 (1): 13-19 (1996).
- Pearson, J. N. And Ellram, L. M., "Supplier selection and evaluation in small versus large electronics firms", *Journal of Small Business Management*, 33(4): 53-65 (1995).
- Peide, L., "Research on the supplier selection of supply chain based on the improved ELECTRE-II method", *Proceedings - Workshop on Intelligent Information Technology Application*, Zhang Jiajie, 18-21 (2007).
- Petroni, A., And Braglia, M., "Vendor Selection Using Principal Component Analysis", *Journal of Supply Chain Management*, 36: 63-69 (2000).
- Porter, M. E. And Millar, V. E., "How information gives you competitive advantage", *Harvard Business Review*, 63 (4): 149-160 (1985).

Saaty, T. L. And Vargas, L. G., "Uncertainty and rank order in the analytic hierarchy process", *European Journal of Operational Research*, 32: 107-117 (1987).

Saaty, T. L., "The analytic hierarchy process", *McGraw-Hill*, New York (1980).

Sarkis, J. And Talluri, S., "A Model for Strategic Supplier Selection", *Journal of Supply Chain Management*, 38 (1): 18-28 (2002).

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. And Simchi-Levi, E., "Designing and managing the supply chain: concepts, strategies, and case studies", *McGraw-Hill*, New York, 2 (2003).

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., And Simchi-Levi, E., "Designing and managing the supply chain", *McGraw-Hill*, New York, 2 (2000).

Siyong, W., Jinlong, Z. And Zhicheng, L., "A supplier selection system using a neural network", *Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems*, New York, 468-471 (1997).

Smock, D., "Supply chain management: what is it?", *Purchasing*, 132(13): 45-49 (2003).

Soner, S. ve Önüt, S., "Çok kriterli tedarikçi seçimi: bir ELECTRE-AHP uygulaması", *Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi-Sigma*, 4: 110-120 (2006).

Szmidt, E. And Baldwin, J. F., "Intuitionistic fuzzy set functions, mass assignment theory, possibility theory and histograms", *2006 IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Vancouver, 35-41 (2006).

Szmidt, E. And Kacprzyk, J., "A consensus-reaching process under intuitionistic fuzzy preference relations", *International Journal of Intelligent Systems*, 18: 837-852 (2003).

Szmidt, E. And Kacprzyk, J., "Distances between intuitionistic fuzzy sets", *Fuzzy Sets Systems*, 114 (3): 505-518 (2000).

Szmidt, E. And Kacprzyk, J., "Using intuitionistic fuzzy sets in group decision making", *Control and Cybernetics*, 31: 1037-1053 (2002).

Tanino, T., "Fuzzy preference orderings in group decision making", *Fuzzy Sets and Systems*, 12: 117-131 (1984).

Tanino, T., "Fuzzy preference relations in group decision making", In: Kacprzyk J, Roubens M (Eds.), "Non-conventional preference relations in decision making", *Springer-Verlag*, Berlin, 54-71 (1988).

Tanonkou, G. A. And Benyoucef, L., “Integrated facility location and supplier selection decisions in a distribution network design”, *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SOLI 2006*, Shanghai, 399-404 (2006).

Timmerman, E., “An approach to vendor performance evaluation”, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 1: 27-32 (1986).

Tracey, M. And Tan, C. L., “Empirical analysis of supplier selection and involvement, customer satisfaction, and firm performance”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 6(4): 174-188 (2001).

Turner, I., “ An independent system for the evaluation of contract tenders”, *Journal of Operational Research Society*, 39 (6): 551-561 (1988).

Vargas, L. G., “An overview of the analytic hierarchy process and its applications”, *European Journal of Operational Research*, 48: 2-8 (1990).

Verma, R. And Pullman, M. E., “An analysis of the supplier selection process”, *Omega*, 26 (6): 739-750 (1998).

Vickery, S., Calantone, R. And Droge, C., “Supplier chain flexibility: an empirical study”, *The Journal of Supply Chain Management*, 35 (3): 16-24 (1999).

Vokurka, R.J., Choobineh, J. And Vadi, L., “A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers”, *International Journal of Operations & Production Management*, 16 (12): 106-127 (1996).

Wadhwa, V. And Ravindran, A. R., “Vendor selection in outsourcing”, *Computers & Operations Research*, 34: 3725-3737 (2007).

Waters, C. D. J., “Logistics: an introduction to supply chain management”, *Palgrave Mac Milan*, New York, 7 (2003).

Weber, C. A. And Ellram, L. M., “Supplier selection using multi-objective programming: a decision support system approach”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23 (2): 3-14 (1992).

Weber, C. A., Current, J. D. And Desai, A., “An optimization approach to determining the number of vendors to employ”, *Supply Chain Management: An Internatioanl Journal*, 5 (2): 90-98 (2000).

Weber, C. A., Current, J. R. And Benton, W. C., “Vendor selection criteria and methods”, *European Journal of Operational Research*, 50: 2-18 (1991).

Weber, C. A., Current, J. R. And Desai, A., “Non-cooperative negotiation strategies for vendor selection”, *European Journal of Operational Research*, 108: 208-223 (1998).

Weber, C. A. And Current, J. R., “A multiobjective approach to vendor selection”, *European Journal of Operational Research*, 68 (2): 173-184 (1993).

Weber, C. A. And Desai, A., “Determination of paths to vendor market efficiency using parallel co-ordinates representation: a negotiation tool for buyers”, *European Journal of Operational Research*, 90: 142-155 (1996).

Willis, H.T., Huston, R. C. And Pohlkamp, F., “Evaluation measures of just in time supplier performance”, *Production and Inventory Management Journal*, 34 (2): 1-5 (1993).

Wu, D., “Supplier selection: a hybrid model using DEA, decision tree and neural network”, *Expert Systems with Applications*, 36 (5): 9105-9112 (2009).

Xu, Z. S And Yager, R. R., “Some geometric aggregation operators based on intuitionistic fuzzy sets”, *International Journal of General Systems*, 35: 417-433 (2006).

Xu, Z. S., “Approaches to multiple attribute decision making with intuitionistic fuzzy preference information”, *System Engineering - Theory & Practice*, 27 (11): 62-71 (2007c).

Xu, Z. S., “Intuitionistic fuzzy aggregation operators”, *IEEE Transactions On Fuzzy Systems*, 15 (6): 1179-1187 (2007b).

Xu, Z. S., “Intuitionistic preference relations and their application in group decision making”, *Information Sciences*, 177: 2363-2379 (2007a).

Xu, Z. S., “Method for group decision making with various types of incomplete judgment matrices”, *Control and Decision*, 21: 28-33 (2006).

Xu, Z. S., “Study on the relation between two classes of scales in AHP”, *Systems Engineering-Theory & Practice*, 19 (7): 97-101 (1999).

Xu, Z. S., “The least variance priority method (LVM) for fuzzy complementary judgment matrix”, *Systems Engineering-Theory & Practice*, 21 (10): 93-96 (2001).

Xu, Z. S. And Wei, C. P., “A consistency improving method in the analytic hierarchy process”, *European Journal of Operational Research*, 116: 443-449 (1999).

Yahya, S. And Kingsman, B., “Vendor rating for an entrepreneur development programme: a case study using the analytic hierarchy process method”, *Journal of Operational Research Society*, 50: 916-930 (1999).

Yang, Z., Xu, Q., Qin, X. And Wang, H., “An applied study on the method for supplier selection with PCA and ELECTRE”, *Proceedings of 2008 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, IEEE/SOLI 2008*, 2151-2156 (2008a).

Yang, X., Sun, H. And Yao, B., “A supplier selection method for general contractor based on benchmark thinking and case-based reasoning”, *4th International Conference on Wireless Communication, Networking and Mobile Computing, WICOM 2008*, 1-4 (2008b).

Yigin, I. H., Taşkın, H., Cedimoglu, I. H. And Topal, B., “Supplier selection: an expert system approach”, *Production Planning & Control*, 18 (1): 16-24 (2007).

Zadeh, L. A., “Fuzzy sets”, *Information and Control*, 8: 338-53 (1965).

Zhang, D., Zhang, J., Lai, K. –K., And Lu Y., “An novel approach to supplier selection based on vague sets group decision”, *Expert Systems with Applications*, 36:9557-9563 (2009).

Zhang, X., Lui, J., Lei, J. And Yang, B., “The weak consistency of an interval-valued intuitionistic fuzzy matrix”, *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Hong Kong, 1124-1127 (2008).

Zhang, Z., Lei, J., Cao, N., To, K. And Ng, K., “Evolution of supplier selection criteria and methods”, *The Second Globelics Conference Innovation Systems and Development: Emerging Opportunities and Challenges*, Beijing, 1-19 (2004).

Zhizhen, L. And Pengfei, S., “Similarity measures on intuitionistic fuzzy sets”, *Pattern Recognition Letters*, 24: 2687-2693 (2003).

Zimmermann, H. J., “Fuzzy set theory and its applications”, *Kluwer-Nijhoff*, Dordrecht (1991).

EKLER

EK-1 Tedarikçi firma değerlendirme formu

A. Firma hakkındaki “Genel Bilgileri” cevaplayınız.

1. Firmanın adı :.....
2. Firmanın faaliyet sektörü :.....
3. Firmanın toplam faaliyet yılı, sektördeki faaliyet yılı :.....

B. Firmanın “Maliyet” durumu ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız (“+” katılıyorum, “?” fikrim yok, “-“ katılmıyorum).

1. Firmanın alıcıya teklif ettiği net fiyat yüksektir..... + ? -
2. Firma satın alma fiyatında ıskonto yerli düzeyde değildir..... + ? -
3. Firmanın sunduğu ödeme vadeleri kısadır ve satın alma fiyatında değişkenlik fazladır + ? -
4. Firmanın taşıma maliyetleri yüksektir..... + ? -
5. Firmanın işletme maliyetleri yüksektir..... + ? -

C. Firmanın “Finansal Durumu” ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız (“+” katılıyorum, “?” fikrim yok, “-“ katılmıyorum).

1. Firmanın nakit akışı yeterli düzeydedir..... + ? -
2. Firmanın geliri ve cirosu yeterli düzeydedir..... + ? -
3. Firma giderlerini zorlanmadan karşılar..... + ? -
4. Firma borçlarını zorlanmadan öder..... + ? -
5. Firmanın varlıkları yeterli düzeydedir..... + ? -
6. Firma kolaylıkla kredi kullanabilir..... + ? -
7. Firma ekonomik dalgalanmalara karşı direnç gösterebilir..... + ? -
8. Firmanın finansal durumu istikrarlıdır..... + ? -

D. Firmanın “Yönetim ve Organizasyon” durumu ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız (“+” katılıyorum, “?” fikrim yok, “-“ katılmıyorum).

EK-1 (Devam) Tedarikçi firma değerlendirme formu

1. Firma profesyonel yönetim anlayışına sahiptir ve konusunda deneyimli yöneticilere sahiptir	+	?	-
2. Firma yönetiminin iletişim yeteneği güçlüdür.....	+	?	-
3. Firmanın temel yönetim politikaları vardır.....	+	?	-
4. Firma planlama faaliyetlerine önem verir ve uygular.....	+	?	-
5. Firma kurumsallaşma, markalaşma, uzmanlaşma ve büyüme faaliyetlerine önem verir.....	+	?	-
6. Firma yönetimi müşteri istek ve şikâyetlerini önem verir.....	+	?	-
7. Firma yönetimi çevresel düzenlemelere ve yasal koşullara uyar.....	+	?	-
8. Firmanın karar verme mekanizması güçlü ve objektiftir.....	+	?	-
9. Firma yönetimi alıcılar üstünde olumlu izlenim bırakır, onlara yeterli düzeyde güven sağlar.....	+	?	-
10. Firma yönetimi karşılıklı düzenlemelere uyar.....	+	?	-
11. Firma ile alıcının organizasyon benzerliği yüksektir.....	+	?	-
12. Firmanın organizasyon şeması karışık değildir ve firmadaki yetki ve sorumluluk dağılımı dengelidir.....	+	?	-

E. Firmanın “Teknik Yeterlilik” durumu ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız (“+” katılıyorum, “?” fikrim yok, “-“ katılmıyorum).

1. Firma personeli yapılan işe uygundur.....	+	?	-
2. Firma araştırma ve geliştirme yeteneğine sahiptir.....	+	?	-
3. Firmanın teknik know-how (bir şeyi yapabilme bilgisi) seviyesi yüksektir.....	+	?	-
4. Firma beklenmeyen sorunlara ani ve doğru cevap verebilir.....	+	?	-
5. Firma iş süreçleri hakkında gerekli bilgiye sahiptir ve iş süreçlerine hâkimdir.....	+	?	-
6. Firma yeterli düzeyde teknik destek sağlar.....	+	?	-
7. Firma tasarım değişikliklerine hızlı uyum sağlar.....	+	?	-

EK-1 (Devam) Tedarikçi firma değerlendirme formu

8. Firma yeniliklere açıktır..... + ? -
 9. Firmanın yeni ürün ve süreç geliştirme yeteneği yeterli düzeydir... + ? -
 10. Firmanın iletişim sistemi teknolojik açıdan yeterli ve güvenlidir... + ? -

F. Firmanın “Esneklik” durumu ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız (“+” katılıyorum, “?” fikrim yok, “-“ katılmıyorum).

1. Firma talepteki değişikliklere hızlı cevap verebilir..... + ? -
 2. Firma acil siparişleri karşılayabilir..... + ? -
 3. Firma kapasitesi esnektir..... + ? -
 4. Firma iş gücü seviyesi esnektir..... + ? -
 5. Firma sipariş verme miktarlarında konusunda esnektir..... + ? -
 6. Firma sipariş miktarı – taşıma maliyeti konusunda esnektir..... + ? -

G. Firmanın “Teslimat” durumu ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız (“+” katılıyorum, “?” fikrim yok, “-“ katılmıyorum).

1. Firma siparişleri zamanında teslim eder..... + ? -
 2. Firmanın teslimat süresi kısadır..... + ? -
 3. Firma ürünleri kusursuz teslim eder..... + ? -
 4. Firmanın dağıtım ağı uygundur..... + ? -

H. Firmanın “Kalite” durumu ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız (“+” katılıyorum, “?” fikrim yok, “-“ katılmıyorum).

1. Firmanın ürünleri ürün tasarımına uygundur..... + ? -
 2. Firmanın ürünleri müşteri isteklerine uygundur..... + ? -
 3. Firma üretimi düşük hata oranına sahiptir..... + ? -
 4. Firma kalite kavramına önem verir..... + ? -
 5. Firma toplam kalite yönetimi uygular..... + ? -

EK-1 (Devam) Tedarikçi firma değerlendirme formu

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 6. Firma etkin kalite kontrol faaliyetleri yürütür..... | + | ? | - |
| 7. Firmanın kalite kontrol ekipmanları uygundur..... | + | ? | - |
| 8. Firmanın kalite belgeleri yeterli düzeydedir..... | + | ? | - |

EK-2 Karar vericilerin tedarikçileri değerlendirme sonuçları

Kriter	Firmalar Soru No	Karar Vericiler														
		1					2					3				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Maliyet	1	+	-	?	-	+	?	-	-	-	+	+	-	?	-	+
	2	?	+	-	+	-	-	+	+	-	?	?	-	-	?	+
	3	+	-	-	+	+	+	+	?	-	-	-	-	+	?	?
	4	-	-	+	-	?	-	?	?	-	-	-	+	-	?	-
	5	-	-	-	?	+	-	-	?	+	?	-	?	?	+	-
Finansal Durum	1	+	+	-	+	-	+	-	+	?	+	-	+	?	+	+
	2	?	+	+	?	-	?	-	+	-	+	+	+	?	-	-
	3	-	+	+	?	+	-	+	+	?	-	-	+	+	+	+
	4	+	-	+	-	+	+	+	-	?	-	?	?	+	+	-
	5	-	+	?	+	+	+	?	-	+	-	+	-	-	+	+
	6	+	?	+	?	+	+	?	+	-	+	+	?	-	-	+
	7	-	+	-	?	?	-	+	-	-	?	?	+	+	?	-
	8	?	+	+	+	?	-	+	-	+	?	+	?	?	-	-
Yönetim ve Organizasyon	1	+	+	?	+	-	+	+	?	-	-	+	+	+	+	-
	2	?	+	+	+	-	-	+	?	+	?	+	+	-	+	-
	3	?	?	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+
	4	+	+	+	+	-	-	+	?	+	+	?	+	?	-	+
	5	-	+	-	+	-	-	+	+	?	+	-	+	?	-	-
	6	-	+	-	-	+	?	+	+	+	?	-	+	-	+	-
	7	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-
	8	+	?	?	-	-	+	+	+	+	-	?	-	+	?	+
	9	+	+	+	+	?	-	+	+	+	-	-	+	+	?	?
	10	-	+	-	?	-	?	+	+	+	+	+	?	?	?	?
	11	?	+	+	?	?	-	-	+	+	?	-	+	+	+	+
	12	?	+	+	-	-	?	?	+	+	-	+	?	+	+	-
Teknik Yeterlilik	1	+	+	+	?	-	-	-	+	-	-	+	?	-	+	?
	2	-	-	+	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	-
	3	-	+	+	-	-	-	-	+	+	?	?	+	+	+	?
	4	-	+	?	+	+	+	+	-	-	+	?	+	+	+	-
	5	+	-	+	+	+	+	+	+	?	+	-	?	+	+	+
	6	+	?	+	+	-	?	?	+	+	+	-	+	?	+	+
	7	-	+	+	-	?	+	-	+	+	?	?	+	+	-	+
	8	+	+	+	?	?	+	+	?	+	-	+	-	+	+	-
	9	+	+	-	+	-	-	+	+	+	?	+	+	+	?	+
	10	?	-	+	+	?	+	?	+	+	-	+	+	+	?	-

EK-2 (Devam) Karar vericilerin tedarikçileri değerlendirme sonuçları

Kriter	Firmalar Soru No	Karar Vericiler														
		1					2					3				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Esneklik	1	+	+	+	?	+	-	+	+	-	?	+	-	+	-	+
	2	-	+	+	+	?	+	-	-	+	+	+	+	?	+	-
	3	+	-	+	-	+	+	?	+	-	+	?	-	-	+	+
	4	+	+	-	+	+	+	-	?	+	-	+	-	+	-	?
	5	+	?	+	+	-	+	?	+	+	+	+	?	+	+	+
	6	+	-	+	-	+	+	+	+	?	?	-	-	+	+	+
Teslimat	1	+	+	-	+	?	+	+	?	-	+	?	+	?	+	-
	2	-	-	+	-	-	-	+	+	-	?	?	-	+	-	+
	3	?	+	-	+	+	?	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	4	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-
Kalite	1	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	?	+	?	+	-
	2	?	-	-	+	-	?	-	+	+	?	+	+	?	+	-
	3	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	?	+	?	+	-
	4	-	+	+	+	-	+	+	-	+	?	-	-	-	+	-
	5	-	+	-	+	+	?	+	-	+	?	-	?	+	+	?
	6	?	+	?	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+
	7	+	-	+	+	-	?	+	?	+	-	+	+	+	-	+
	8	+	+	?	?	-	-	+	+	-	+	+	?	+	+	-

EK-3 Kriter önem derecelerini belirleme formu

Kriterlerin birbirine göre önem dereceleri aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz (“0” birinci kriter ikinci kritere göre kesinlikle önemsiz, “0,5” birinci ve ikinci kriter eşit önemli, “1” birinci kriter ikinci kritere göre kesinlikle önemli olmak üzere 0-1 aralığında değerlendirme yapınız).

1. Maliyet kriterinin, Finansal Durum kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
2. Maliyet kriterinin, Yönetim ve Organizasyon kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
3. Maliyet kriterinin, Teknik Yeterlilik kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
4. Maliyet kriterinin, Esneklik kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
5. Maliyet kriterinin, Teslimat kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
6. Maliyet kriterinin, Kalite kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
7. Finansal Durum kriterinin, Yönetim ve Organizasyon kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
8. Finansal Durum kriterinin, Teknik Yeterlilik kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
9. Finansal Durum kriterinin, Esneklik kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
10. Finansal Durum kriterinin, Teslimat kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
11. Finansal Durum kriterinin, Kalite kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.
12. Yönetim ve Organizasyon kriterinin, Teknik Yeterlilik kriterine göre önem derecesi en az en çok’dır.

EK-3 (Devam) Kriter önem derecelerini belirleme formu

13. Yönetim ve Organizasyon kriterinin, Esneklik kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
14. Yönetim ve Organizasyon kriterinin, Teslimat kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
15. Yönetim ve Organizasyon kriterinin, Kalite kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
16. Teknik Yeterlilik kriterinin, Esneklik kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
17. Teknik Yeterlilik kriterinin, Teslimat kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
18. Teknik Yeterlilik kriterinin, Kalite kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
19. Esneklik kriterinin, Teslimat kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
20. Esneklik kriterinin, Teslimat kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.
21. Teslimat kriterinin, Kalite kriterine göre önem derecesi en az en çok'dır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GENÇ, Serkan
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 10.04.1985 Ankara
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0536 365 3116
 E-posta : serkangen@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Endüstri Mühendisliği Bölümü	2007
Lise	Fatih Sultan Mehmet Lisesi	2002

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M. And Akay, D., “A multi criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method”, *Expert Systems with Applications*, 36: 11363-11368 (2009).
2. Genç, S., Boran, F. E., Akay, D. And Xu, Z., “Interval multiplicative transitivity for the consistency, missing values and priority weights of interval fuzzy preference relations” *Information Sciences*, değerlendirilmedi (2009).
3. Genç, S., Boran, F. E., Akay, D. And Kurt, M., “Some approaches on estimating criteria weights from intuitionistic preference relations under group decision making”, *Fuzzy Optimization and Decision Making*, değerlendirilmedi (2009).