

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

**SEZGİSEL BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİYLE KAMU KURUMLARINDA
PROJELERİN ÖNEM DERECELERİNİN SIRALANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Talha ARDALI

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Özer UYGUN

Haziran 2021

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SEZGİSEL BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİYLE KAMU KURUMLARINDA
PROJELERİN ÖNEM DERECELERİNİN SIRALANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Talha ARDALI

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 29/06/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

.....
Jüri Başkanı

.....
Üye

.....
Üye

BEYAN

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

Ahmet Talha ARDALI

25.06.2021

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tamamlanmasında, üç yıl boyunca değerli bilgilerini tüm öğrencileriyle paylaşan, verdiği tüm bilgilerin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışmanım; Doç. Özer UYGUN'a, çalışmam boyunca her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen eşim Zeynep ARDALI'ya, çalışma süresince tüm zorluklarda destek verip hayatımın her döneminde bana destek olan babam Necat ARDALI, annem Melike ARDALI ve kardeşim Ecmel Şeza ARDALI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY.....	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
BÖLÜM 3.	
METOT VE YÖNTEM.....	9
3.1. Sezgisel Bulanık Küme ve Sayılar.....	9
3.2. Sezgisel Bulanık AHP.....	10
3.2.1. Kriterlerin ve varsa alt kriterlerin belirlenmesi.....	11
3.2.2. Sezgisel tercih ilişki matrislerinin belirlenmesi.....	11
3.2.3. Tutarlılık kontrolünün yapılması.....	11
3.2.4. Tutarsız sezgisel tercih ilişki matrislerinin tutarlıklarının kontrol edilmesi.....	12
3.2.5. Her bir sezgisel tercih ilişki matrisinin öncelik ağırlığının hesaplanması.....	12
3.2.6. Birleştirilmiş ağırlıkların elde edilmesi.....	13

3.3 Sezgisel Bulanık TOPSIS.....	13
3.3.1. Karar vericilerin ağırlıklarının belirlenmesi.....	14
3.3.2. Birleştirilmiş sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması.	15
3.3.3. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi.....	16
3.3.4. Birleştirilmiş ağırlıklı sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması.....	16
3.3.5. Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal çözümün belirlenmesi.....	17
3.3.6. Pozitif ve negatif ayırım ölçümlerinin belirlenmesi.....	17
3.3.7. Sezgisel ideal çözüme “görelî yakınlık” katsayısının belirlenmesi.....	18
3.3.8. Alternatiflerin sıralanması.....	18
3.4. Belediyelerde Projelerin Yönetilmesi.....	18
 BÖLÜM 4.	
UYGULAMA.....	20
4.1. Kurum Bilgisi ve Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi.....	20
4.2. İKY Projelerinin Kapsamları ve Alternatifler.....	21
4.2.1. Afet ve acil durum yönetimi.....	22
4.2.2. Vatandaşlarla ve paydaşlarla etkin iletişim yönetimi.....	22
4.2.3. Sosyal belediyeçilik yönetimi.....	22
4.2.4. Kültürel, sanatsal, eğitsel, sportif gelişim, dış ilişkiler vb. yönetimi.....	23
4.2.5. Ulaşım yönetimi.....	23
4.2.6. Modern kentleşme ve kent estetiği yönetimi.....	23
4.2.7. Çevre yönetimi.....	23
4.2.8. Toplum huzuru ve kentsel düzen yönetimi.....	23
4.2.9. Etkinlik ve verimlilik odaklı kurumsal gelişim yönetimi.....	24
4.2.10. Sürdürülebilir ve verimli tarımsal üretim yönetimi.....	24
4.3. Sezgisel Bulanık AHP.....	24
4.3.1. Alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesi.....	24
4.3.2. Sezgisel tercih ilişki matrisinin oluşturulması.....	25

4.3.3. Sezgisel tercih ilişki matrisinin tutarlılığının belirlenmesi....	26
4.3.4. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi.....	32
4.4. Sezgisel Bulanık TOPSIS.....	33
4.4.1. Karar vericilerin ağırlıklarının belirlenmesi.....	33
4.4.2. Birleştirilmiş sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması	34
4.4.3. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi.....	36
4.4.4. Birleştirilmiş ağırlıklı sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması.....	37
4.4.5. Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal çözümün belirlenmesi.....	38
4.4.6. Pozitif ve negatif ayırım ölçümlerinin belirlenmesi.....	38
4.4.7. Sezgisel ideal çözüme “görelî yakınlık” katsayısının belirlenmesi.....	39
4.4.8. Alternatiflerin sıralanması.....	40
 BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	41
 KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
BAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
BKT	: Bulanık Küme Teorisi
IFWA	: İntuitionistic Fuzzy Weighted Averaging
İKY	: İş Kırınım Yapısı
SBAO	: Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Ortalama
SBK	: Sezgisel Bulanık Küme

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Önem skalası değerleri (0.1-0.9).....	11
Tablo 3.2 Karar vericilerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel terim tablosu	15
Tablo 3.3. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel terim tablosu	15
Tablo 4.1. İKY proje grupları ve değerlendirme kriterleri	25
Tablo 4.2. Karar verici 1 için sezgisel tercih ilişki matrisi	25
Tablo 4.3. Karar verici 2 için sezgisel tercih ilişki matrisi	26
Tablo 4.4. Karar verici 3 için sezgisel tercih ilişki matrisi	26
Tablo 4.5. Karar verici 1 için mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisi	28
Tablo 4.6. Karar verici 2 için mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisi	29
Tablo 4.7. Karar verici 3 için mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisi	30
Tablo 4.8. Karar vericilerin tutarlılık matrisi	31
Tablo 4.9. Karar vericilerin sezgisel tercih ilişki matris değerleri	32
Tablo 4.10. Alternatiflerin kriterler karşısındaki dilsel puanları.....	34
Tablo 4.11. Birleştirilmiş karar matrisi	35
Tablo 4.12. Kriterlerin bulanık topsis ağırlıkları	36
Tablo 4.13. Ağırlıklı birleştirilmiş karar matrisi	37
Tablo 4.14. Sezgisel bulanık (+) ve sezgisel bulanık (-) değerler.....	38
Tablo 4.15. Pozitif ve negatif ideal çözüm katsayıları.....	39
Tablo 4.16. Yakınlık katsayısı (C)	40
Tablo 4.17. Alternatif proje gruplarının sıralanması.....	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Sezgisel Bulanık AHP ve Sezgisel Bulanık Entegrasyonu	19
--	----



ÖZET

Anahtar Kelimeler: Sezgisel Bulanık AHP, Sezgisel Bulanık Topsis, Proje Önceliklendirme

Şehirlerin yönetilmesinde büyük role sahip olan kamu kurumları yıllık plan ve projelerinde şehrin ve yaşayanların ihtiyaçları doğrultusunda, çevresel, politik, sosyal ve yönetsel gibi somut / soyut yatırım alanlarına sınırlı bütçeler çerçevesinde harcama yapmaktadırlar. Yatırım yapılacak alanların değerlendirilmesinde yüz ölçümü, yaşayan nüfus, ortalama gelir seviyesi, yatırımdan yararlanacak hane sayısı, yatırımın kamuya yararı gibi etmenler ön plana çıkmaktadır.

Günümüz belediyeçilik anlayışının, geçmiş belediyeçilik anlayışına göre daha yüksek beklentili olmasından dolayı birçok belediye, sunmuş olduğu projelerini, komşu olduğu illerin sınırlarına kadar götürmektedir. Hizmet verilen alanların geniş, proje maliyetlerinin yüksek ve yaşayan insanların beklentilerinin her geçen gün artması karar vericilerin işlemlerini zorlaştırmaktadır.

Çok sayıda karar verici, çok sayıda kriter ve çok sayıda alternatif seçenek olduğunda, seçme ve sıralama işlemleri oldukça karmaşık bir hal alır. Çalışmamızda bu ve benzeri karar verme problemlerin çözülmesi sağlayan, uzman kişilerce yapılan proje önceliklendirme çalışmalarına destek verme amacıyla, çok kriterli karar verme tekniklerinin geliştirilmiş versiyonlarından biri olan “Sezgisel Bulanık AHP” ve “Sezgisel Bulanık TOPSIS” bütünleşik şekilde kullanılmış olup, kriterlerin ağırlıklandırılması “Sezgisel Bulanık AHP” ile, alternatifler proje gruplarının sıralanması “Sezgisel Bulanık TOPSIS” yöntemiyle sağlanmıştır.

Buna göre, en önemli proje grubu olarak birinci sırayı “Modern Kentleşme ve Kent Estetiği”, ikinci sırayı “Ulaşım Yönetimi”, üçüncü sırayı ise “Çevre Yönetimi” alırken, “Etkinlik Odaklı Kurumsal Gelişim Yönetimi” ise son sırayı almıştır.

ORDERING IMPORTANCE OF PROJECTS IN PUBLIC INSTITUTIONS WITH INTUITIONISTIC FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING TECHNIQUES

SUMMARY

Keywords: Intuitionistic Fuzzy AHP, Intuitionistic Fuzzy Topsis, Project Prioritization

Public institutions, which have a significant role in the management of cities, spend in their annual plans and projects in line with the needs of the city and its inhabitants, within the framework of limited budgets, on concrete / intangible investment areas such as environmental, political, social and administrative. In evaluating the areas to be invested, factors such as surface area, living population, average income level, number of households that will benefit from the investment, and public benefit of the investment come to the fore.

Since today's municipal understanding has higher expectations than the previous municipal understanding, many municipalities take their projects to the borders of their neighboring provinces. The wide service areas, the high project costs, and the increasing expectations of the living people make it difficult for decision-makers. When many decision-makers, many criteria, and many alternative options, the selection and ranking processes become very complex.

In our study, "Intuitionistic Fuzzy AHP" and "Intuitionistic Fuzzy TOPSIS", which are one of the developed versions of multi-criteria decision-making techniques, were used in an integrated way to support the project prioritization studies carried out by experts, enabling the solution of these and similar decision-making problems. The weighting of the criteria was "Intuitionistic Fuzzy AHP", the ranking of the alternatives project groups, is provided by the "Intuitionistic Fuzzy TOPSIS" method.

Accordingly, as the most crucial project group, "Modern Urbanization and Urban Aesthetics" ranked the first, "Transportation Management" took the second place, "Environmental Management" third while "Activity-Oriented Institutional Development Management" ranked in the last place.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Belediyelerin üzerindeki sorumluluk her geçen gün sosyal belediyeçilik kavramıyla daha da artmaktadır. Bölgede yaşayan tüm kişileri, doğrudan etkilendiği yatırımların doğru zaman da halkın kullanımına arz edilmesi yüksek önem değeri taşır. Bu kapsamda kamu kurumları ve özellikle belediyeler, yatırım politikalarına önem vermektedirler.

Projeler ve yatırımlar büyük miktarda kaynak gerektirdiğinden, planlanırken doğru kararları alabilmek için bilimsel araçlara başvurmak, para, işgücü ve zaman tasarrufunu artırır.

Projeler, belirli bir zaman aralığında gerçekleştirilen, belli bir hedefe ulaşmak amacıyla planlanmış, çeşitli alt iş bölümlerinden oluşan, özgün çalışmaların bütünüdür. Proje faaliyetleri, işlerin planlaması, risklerin belirlenmesi, ihtiyaç olan kaynak kullanımının belirlenmesi, ana süreçlerin belirlenmesi, ihtiyaç durulan insan ve malzeme kaynaklarının belirlenmesi, bu faaliyetleri takip etmeyi, kontrol etmeyi, raporlamayı ve elde edilen raporların analizini içermektedir (Alınak, 2011).

Proje seçim ve önceliklendirme çalışmalarında, karar verme yöntem ve metotları, planlamanın önemli adımlarıdır. Gelecekte yapılacak projelerin devamlılığı için, faaliyetlerin belirli kriterler doğrultusunda seçilmesi ve planlaması gerekmektedir. Bu noktada uzman kişilerden alınan görüşler oldukça etkilidir. Bu görüşleri çeşitli karar verme tekniği yöntemleri ile sayısal değerlere dönüştürebiliriz.

Birçok karar verme problemi sayısallaştırılamayacak kadar karmaşık ve alt kriterler içermektedir. Bulanık Küme Teorisi (BKT), tam olmasa bile yaklaşık bilgiyi işleyerek, insan gibi düşünme mantığına çok yakın olacak şekilde, daha optimal sonuçlar

üretilmesini amaçlamaktadır. BKT, kesin olarak tanımlanması mümkün olmayan verinin sınıflandırılmasını sağlar. BKT problemlerinde sıkça dilsel ifadeler yer alır.

Çok kriterli karar verme tekniklerinin sayısı oldukça fazladır ve her geçen gün yeni yöntemler geliştirilmektedir. Bunlardan sık kullanılanları, AHP, ELECTRE, TOPSIS, ANP, VIKOR, DEMATEL, WMS, WPM olarak sıralanabilir.

Çok kriterli karar verme problemleri, karar veren uzmanlar, seçenekler (alternatifler) ve kriterlerden oluşmaktadır. Karar veren uzmanlar, alternatif seçenekler arasından en iyi olanı seçmeye yönelik, kriterleri değerlendirip karar veren kişilerdir. Seçenekler, karar vericinin kriterler doğrultusunda en iyi olanı seçeceği seçeneklerdir. Bu tarz problemlerde en az iki seçeneğin (alternatifin) olması gerekmektedir. Kriterlerse, karar vericinin iki senenin bir ölçüt doğrultusunda kıyaslanmasında kullanılır (Gasımov, 2004).

AHP, uzmanlar veya karar vericiler tarafından ikili karşılaştırmalara dayanarak karar vermede kullanılır. Bu ikili karşılaştırmalar kriterlerin birbiri için önem derecelerini ifade etmektedir. Karar vericiler iki karşılaştırma yaparken sayısal değerler kullanmak yerine dilsel ifadeleri kullanmayı tercih etmektedir. Bu sebeple AHP dilsel değişkenlere atanan bulanık sayılar daha tercih edilir hale gelmiştir.

AHP, aralarında sayısal veya sözel ilişkiler bulunan karmaşık sistemleri, alt hiyerarşik ilişkilerden oluşan yapıya dönüştürerek daha basit ve anlaşılır ifade eder. AHP, Sezgisel ve mantıksal olarak ifade edilebilen, bunları değerlendirebilen ve kıyaslayabilen bir yaklaşımdır (Özden, 2008).

TOPSIS metodu, pozitif çözüme en yakın ve negatif çözüme en uzak olan alternatifi belirlemeye yardımcı olur (Chu, 2002). TOPSIS, pozitif ve negatif ideal çözümünden uzaklıkları kullanarak, alternatifler arasından kriterlere en uygun seçim yapılmasını sağlar (Razmi, Songhori, ve Khakbaz, 2009). Gerçek hayatta karşılaşılan bazı problemlerin matematiksel modellenmesi ve kesin verilerin kullanılması mümkün olmamaktadır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

AHP, Thomas Saaty tarafından 1970'li yılların başında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) adıyla ortaya atılmış bir modeldir (Gasımov, 2004). Uygulandığı ilk alan 1971'de ABD Savunma Bakanlığı tarafından olasılık planlama problemleri olmuştur. Yöntem 1973 yılındaysa Sudan'da bir ulaşım projesinde kullanılmasıyla ön plana çıkmıştır. Ancak AHP'nin tam olgunluğa ulaşması 1974 ile 1978 yıllarını bulmuştur (Göksu ve Güngör, 2008).

AHP, çok kriterli karar verme problemlerinde en basit modellemedir. AHP, hem sayısal hem de sayısal olmayan kriterler için kullanılabilir. Bir sonraki adımda ise, değerlendirmelerin tutarlılığının test eder. Çoklu kriterlerle değerlendirilmesi gereken alternatiflerin içinde, hangisine öncelik verilmesi gerektiği hesaplar (Gasımov, 2004).

AHP yöntemi alternatif seçenekler içinden tutarsız olanların sonuca etkisini hesaplar ve sezgisel bir modeldir. Bu modelde, karara etki eden hem soyut hem de somut kriterler, sayısallaştırma yapılarak karşılaştırılır ve birbirlerine göre öncelikleri belirlenip sıralanır. Kriterler ve alternatiflerin belirlenmesi, alanında uzman kişilerden alınan deneyim, tecrübe ve destekler ile sağlanır (Satty, Güngör ve Vargas, 2001).

Sonuç olarak AHP, sonuca etki edecek somut ve soyut kriterleri sayısallaştırıp, uzmanların görüş ve önerilerini alarak, sistematik bir yaklaşım aracılığıyla, kriterlerin performans ölçümü ve alternatiflerin önem derecelerinin sıralanmasını sağlar (Güngör ve İşler, 2005).

AHP ve Bulanık TOPSIS uygulamaları son yıllarda birçok araştırmaya konu olmuştur. Dilsel ifadelerin daha çok içerildiği bu karar verme yöntemlerinin uygulama alanlarını inceleyecek olursak birçok alanda karşımıza çıkmaktadır.

Wang, bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini tedarikçi seçimi problemlerinde birlikte kullanmıştır. Bulanık AHP, görüş bildiren kişilerin sözel puanlamasıyla bulanık ağırlıkları hesaplamak amacıyla, bulanık TOPSIS ise, bulanık puanları ve bulanık sözel puanları birleştirerek, ardından seçenekleri yüzdesel puanlarına göre sıralamak amacıyla kullanılmıştır (Wang, Cheng ve Kun-Cheng, 2009).

Tedarikçilerin seçilmesinde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin yanında, çok amaçlı doğrusal olmayan programlamadan da yararlanmışlardır. Uygulamada yöntemi geliştiren kişiler, AHP ile tedarikçilerin seçenek (kriter) puanlarını oluşturduktan sonra, TOPSIS yöntemiyle bu tedarikçilerin puansal sıralanması sağlamıştır. Ayrıca problemin çözülmesiyle, alternatif tedarikçilerden en olurlu sipariş miktarının belirlenebilmesi amacıyla, lineer olmayan programlamalardan yararlanılmıştır. (Fazlollahtabar, Mahdavi, Ashoori, Kaviani ve Mahdavi-Amiri, 2011). Çok kriterli karar verme problemlerinde yaşamın içerisinde yer alan birçok kriter sonucu direk olarak etkilemektedir. Bunlar matematik, ekonomi, ulaşım, sağlık, psikoloji, bilişim gibi farklı disiplinler olabilir (Çağıl ve Aydın, 2020).

AHP yöntemi, gündelik yaşamda karar verme probleminin çözümünde sıkça kullanılsa da, ikili kıyaslamalar yaparken, tam sayılar kullanmasından dolayı yetersiz kalmıştır (Dağdeviren ve Eren, 2001). AHP, belirsizlik durumları ve kesinlik içermeyen durumları incelemede yetersiz kalmıştır (Deng, 1999). Böyle durumlarda daha optimal kararların alınabilmesi için, AHP Bulanık Mantık ile kullanılarak, Bulanık AHP yaklaşımı ortaya çıkmıştır.

AHP yönteminde uzman görüşleri ve değerlendirilmeleri baz alınırken, gerçek (tam) sayısal değerler kullanmaktadır. BAHF yöntemindeyse, bulanık sayı ve dilsel değişkenler kullanılarak daha basit çözümler uygulanabilir (Özgörmüş, Mutlu, ve Güner, 2005).

Literatürde BAHF yöntemlerinin kullanıldığı yerler çok geniş bir alanı kaplamaktadır. Yazılım alternatiflerinin değerlendirilmesi ve seçimi (Başlıgil, 2005), hedef ticaret pazarların seçilmesi (Toksarı ve D. Toksarı, 2011), iklimlendirme sistemlerinde

ekonomik ve verimli seçeneklerin değerlendirilmesi (Güler ve Topoyan, 2011), gemi bakım, onarım tesislerinin liman yeri seçimi (Güneri ve Şahin, 2007), tedarikçi seçim problemleri (Seçme ve Özdemir, 2008), tedarikçi performanslarının mukayese edilmesi (Akman ve Alkan, 2006), akademik performans değerlendirmesi (Kaptanoğlu ve Özok, 2006), proje seçimi (Enea ve Piazza, 2004), hastane kuruluş yeri belirleme (Aydın, 2009), projeye uygun makine ve ekipman seçimi (Tansel ve Yurdakul, 2008) vb. gibi birçok BAHF yaklaşım örnek uygulamaları yapılmıştır.

Bulanık TOPSIS yöntemi, alternatif seçeneklerin puanlanmasında, dilsel ifadeler kullanılarak, üçgensel bulanık sayılar ile anlamlandırılmıştır. Chen tarafından İdeal pozitif ve ideal negatif çözümden uzaklıkları ile bulunmuştur (Chen ve Lee, 2010).

TOPSIS'te nicel ve nitel değerler içeren kriterlerin birlikte değerlendirilmesi ve kriterlerin ağırlıklarına dayalı sıralama yapılması gerekiyorsa, bu gibi belirsizliklerin bulunduğu problemlerde, bulanık TOPSIS yöntemi kullanılabilir (Eleren, 2007).

Geleneksel küme teorisinde bir eleman o kümeye ait ise 1, eğer ait değilse 0 olarak seçilir. Bulanık küme teorisi incelendiğinde ise ilgili kümedeki elemanlar 0 ve 1 değerleri arasında tamsayı olmayan değerler alır (Şengül ve Çağır, 2020).

İkili karşılaştırmaların yapıldığı yöntemlerde, bulanık küme teorisi içinde, bulanık sayıları kullanarak yapılan çalışmaya Van Laarhoven ve Pedrycz 1983'de birlikte imza atmışlardır. Bunun üzerine geçen her sene, bulanık sayılar, çok kriterli karar verme yöntemlerinin içerisinde sıklıkla kullanılmaya başlamıştır.

Sezgisel bulanık AHP yöntemiyle, yeşil tedarikçi seçimi problemi uygulamasında, 5 kriter ve 3 yeşil tedarikçi değerlendirilmiş olup, en uygun yeşil tedarikçinin seçimi amaçlanmıştır (Çınar ve Uygun, 2019).

Belediyelerde toplu taşıma araç seçimi probleminde, ikili kıyaslamalarda sözel ifadelerin belirsizliğinden dolayı, Bulanık AHP yöntemi tercih edilmiştir (Şengül, Eren ve Shiraz, 2012).

Sezgisel bulanık TOPSIS yöntemi, karar verici kişilerin dilsel tercihlerini göstermekte kullanılan etkin yaklaşımlardan biridir. Alternatifler arasından tasarımsal olarak uygun olan cep telefonu seçimi probleminde, TOPSIS metodunun sezgisel bulanık ortama yöntemiyle geliştirilmesi önerilmiştir (Efe, Boran ve Kurt 2015).

Kredi kartı pazarında artan rekabet ve sistem verimliliğinin önem kazanmasıyla birlikte bu platformların kendi aralarında dilsel olarak uzmanlar tarafından değerlendirilerek sıralanması Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak sağlanmıştır (Yıldırım, 2019).

Bulanık AHP ve TOPSIS yönteminin birlikte kullanıldığı yaz okulu seçimi probleminde, 4 ana ve 15 alt seçim kriterinin önem ağırlıkları Bulanık AHP ile belirlenmiştir. En iyi yaz spor okulu 3 alternatif arasından TOPSIS metodu kullanılarak seçilmiştir (Ayhan, 2018).

Makine imalat sektöründe, uzun vadeli elektriksel mamul tedarikinde mevcut tedarikçiler ile kazan-kazan prensibine dayanan ve daha az yatırım gerektirecek çalışmada Bulanık AHP yöntemi kullanılarak değerlendirme yapılmıştır (Polat ve Kaçmaz, 2019).

Personel probleminin çözümü için bulanık iki karşılaştırmalı boyut analizi ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullanarak bir model oluşturmuşlardır. Çalışmada; yüksek öğretim kurumuna öğretim görevlisi olabilmek için başvuru yapan beş aday beş kişiden oluşan komite tarafından, “genel görünüş, anlatma yeteneği, liderlik, çalışma disiplini, sosyal durum, motivasyon, bilimsel yeterlilik kriterlerine göre değerlendirilmişlerdir (Bali, 2013).

Katılım bankacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluştaki uzman yardımcısı pozisyonu için beş aday, belirlenen on kriter ile beş uzmandan oluşan karar verici grubu tarafından Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanmıştır (Değermenci ve Ayvaz 2016).

Türkiye için uygun yenilenebilir enerji kaynakları teknik, ekonomik, çevresel ve sosyal kriterler göz önüne alınarak Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmiştir (Damgacı, K. Boran ve E. Boran, 2017).

Sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama (SBAO) operatörü, Gıda endüstrisinde otomatik paketlenme makinesi seçimi probleminde TOPSIS’le birlikte kullanılmıştır (Aloini, Dulmin ve Mininno, 2014).

İstanbul ilinde, alışveriş merkezlerinin uygun maliyet, çevre dostu, yeşil tedarik ve güvenli lojistik vb. kriterler uzman kişilerce değerlendirilip, en uygun yer seçimi probleminde DEMATEL ve IF-TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılmıştır (Uyanık vd. 2016).

Arge Projelerinde, karar vericilerin karar verme sürecindeki belirsizliğinin üstesinden gelebilmek için, kriterler arası ilişkileri göstermek ve verimsiz olan kriterleri ortadan kaldırmak için, IF-DEMATEL, daha sonra etkin kriterleri kullanarak IF-TOPSIS yöntemi ile en uygun alternatif bulunmuştur (Yalçın, Kılıç ve Güler, 2019).

Belirsizlik ve öznellik üçgen bulanık sayılarla, dilsel değerlerin ele alındığı bulanık bir ortamda performans değerlendirmesi için endüstriyel uygulayıcılara yardımcı olmak için, BAHP sürecine ve ideal çözüm olan bulanık TOPSIS ile, performans değerlendirme modeli geliştirilmiştir (Sun, C. 2010).

Değerlendirme kriterlerinin göreceli ağırlıklarını belirlemek için “Bulanık AHP” ve alternatifleri sıralamak içinse “Bulanık TOPSIS” kullanılmıştır (Reza, F.T., Farahani, Z., ve Rezapour S. 2010).

Türkiye'nin önde gelen bazı hastanelerinin, e-hizmet ve çağrı merkezi kalitesi, bulanık AHP ve bulanık TOPSIS tabanlı stratejik analizi yapılmıştır. Çalışmanın amacı, müşterilere internet üzerinden sunulan hizmet kalitesini izlemek ve iyileştirmektir (Büyüközkan G. ve Çiftçi G. 2012).

Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS birlikte kullanılarak, tedarikçiler arasında seçim ve karşılaştırma yapmak amacıyla, metod önerisinde bulunulmuştur (Junior F.R.L., Osiro, L., ve Carpinettia, Luiz C.R., 2014).

İnşaat projelerinin değerlendirilmesinde, Bulanık AHP (BAHP), inşaat projelerinin bulanık dilsel değişkeni için uygun ağırlıklar oluşturmak için, Bulanık TOPSİS ise bulanık ortamda grup karar verme problemlerini çözmek için çok kullanılmıştır (Abdallah, O.T., Bafail O., Reda M.S.A. ve Kabli R. 2014).



BÖLÜM 3. METOT VE YÖNTEM

Bulanık mantık alanında Zadeh tarafından yapılan ilk araştırmalar 1965 yılında gerçekleştirilmiştir. Kişiselleştirilmiş kararlar hesaplamalara dahil edilmek istendiğinde, zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bunun nedeni kişisel olarak alınmış kararlar istemsiz bir şekilde, doğal veya içsel nedenlere bağlıdır. Günümüzde belirsizliğin nedeni daha çok, karar vericilerin bilgi düzeyindeki eksiklik veya yetersizliğidir. Bu ve benzeri durumlarda “bulanık mantık” kavramı ortaya çıkar.

Zadeh tarafından ortaya atılan bulanık küme teorisi, geçtiğimiz yıllar içerisinde farklı araştırmacıların destekleriyle, birçok alana uygulanması amacıyla daha da geliştirilmiştir. Geçmişte birçok araştırmacı, geleneksel TOPSIS yöntemini yetersiz bulup, sayısal olmayan dilsel ifadeler için, farklı uzaklık ölçümleri yaparak çeşitli yaklaşımlar geliştirmiştir.

Kesinliğin olmadığı bu durumlarda, sonucu belirli hale getirmek amacıyla, alternatif ve kriterlere ait değerlendirmelerin Sezgisel Bulanık Sayılar kullanılarak yapılması Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemin yapı taşlarını oluşturmaktadır.

3.1. Sezgisel Bulanık Küme ve Sayılar

Gerçek hayatta karşılaşılan karar verme problemlerinde, sayısal değerlere sahip kriterlere yerine daha çok sözel (dilsel) değerlere sahip kriterler kullanılmaktadır. Problemlerde değerlendirilen kriterlerin ağırlıkları ve önem dereceleri, dilsel değişken araçları ile belirlenmektedir (Zadeh ve Belmann 1970).

Bulanık küme teorisi, tecrübe ve kişisel tercihlere bağlı oluşan belirsizlik durumlarında, sözel olarak değerlendirilip, sayısal olarak sonuç üretilmesini sağlayan yöntemdir (Knight, 2001).

Bulanık sayıların matematiksel gösterimi, üyelik derecesi ile ifade edilip, $[0,1]$ aralığında oluşan bulanık kümeler olarak tanımlanır (Kahya, 2003). Atanassov bulanık küme teorisinde ait olma derecelerini şu şekilde tanımlamıştır (Atanassov, 1986).

X boş olmayan küme ise, X 'deki Sezgisel Bulanık Küme A 'dır.

$$X = \{\langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle | x \in X\} \quad (3.1)$$

Sezgisel Bulanık Küme Teorisinde; x elemanın A kümesine aitlik derecesi $\mu_A(x)$, x elemanın A kümesine ait olmama derecesi $\nu_A(x)$, x elemanın A kümesinde tereddüt derecesi $\pi_A(x)$ olarak tanımlanır. Bu yöntemde ait olma ve olmama derecesinin toplamı $[0,1]$ aralığında değer alır.

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

Herhangi x elemanının A kümesine ait olup olmamasının tereddütlük derecesi formül... ile hesaplanır.

$$\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x) \text{ ve } 0 \leq \pi_A(x) \leq 1 \quad (3.3)$$

$\pi_A(x)$ Değeri küçük çıkarsa, x elemanı için bilgi daha kesindir. $\pi_A(x)$ Değeri büyük çıkarsa, x elemanı için bilgi daha belirsizdir. Son olarak $\pi_A(x) = 0$ çıkarsa, x elemanı için bilgi kesindir.

3.2. Sezgisel Bulanık AHP

Bu bölümde Xu ve Liao tarafından 2014 yılında geliştirilen Sezgisel Bulanık AHP yönteminin işlem adımları formüle edilerek, başlıklar altında açıklanmıştır.

3.2.1. Kriterlerin ve varsa alt kriterlerin belirlenmesi

Probleme ait tüm kriterler ve alt kriterlerin belirlenme aşamasıdır. Bu aşamada uzman kişilerden alınan görüşlerin yanında, kurumun vizyon, misyon ve stratejileri önemli rol oynamaktadır.

3.2.2. Sezgisel tercih ilişki matrislerinin belirlenmesi

Kriter ve alternatiflerin kendi içinde önem derecelerinin belirlenebilmesi için, ikili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulur. Bu matrislerin oluşturulmasında Saaty tarafından önerilen 0,1 – 0,9 önem skalası Tablo 3.1.'da gösterildiği gibi kullanılır.

0.1-0.9 Skala Değeri	Anlamı
0,1	Aşırı derecede tercih edilmeyen
0,2	Çok şiddetle tercih edilmeyen
0,3	Şiddetle tercih edilmeyen
0,4	Kısmen tercih edilmeyen
0,5	Eşit derecede tercih edilen
0,6	Kısmen tercih edilen
0,7	Şiddetle tercih edilen
0,8	Çok şiddetle tercih edilen
0,9	Aşırı derecede tercih edilen

Tablo 3.1. Önem skalası değerleri (0.1-0.9)

3.2.3. Tutarlılık kontrolünün yapılması

Bu adımda tüm sezgisel ilişki matrislerinin tutarlılık durumuna bakılır. Algoritma 1 temel alınarak mükemmel çarpımsal sezgisel tercih ilişki matrisi olan $\bar{R} (\rightarrow)_{r_{ik} n \times n}$ matrisleri elde edilir. Bu matrisler kabul edilir tutarlılıktaysa, işlemlere devam edilir ve sezgisel tercih ilişki matrisinin ağırlığı adımına geçilir. Eğer kabul edilebilir tutarlılıkta değilseler, tutarsız sezgisel tercih ilişki matrislerinin tutarlıklarının kontrol edilmesi adımına geçilir.

Algoritma 1

$k > i + 1$ için; $\bar{r}_{ik} = (\bar{\mu}_{ik}, \bar{\vartheta}_{ik})$

$$\bar{\mu}_{ik} = \frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \mu_{it} \cdot \mu_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \mu_{it} \cdot \mu_{tk} + \sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} (1-\mu_{tk}) \cdot (1-\mu_{tk})}}} \quad (3.4)$$

$$\bar{\vartheta}_{ik} = \frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \vartheta_{it} \cdot \vartheta_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} \vartheta_{it} \cdot \vartheta_{tk} + \sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} (1-\vartheta_{tk}) \cdot (1-\vartheta_{tk})}}} \quad (3.5)$$

$$k = i + 1 \text{ için } \bar{r}_{ik} = r_{ik} \quad (3.6)$$

$$k < i + 1 \text{ için } \bar{r}_{ik} = (\bar{\mu}_{ki}, \bar{\vartheta}_{ki}) \quad (3.7)$$

3.2.4. Tutarlı sezgisel tercih ilişki matrislerinin tutarlıklarının kontrol edilmesi

Her bir karar verici için tutarlılık kontrolü $d(R, \bar{R})$ hesaplanır. $\tau = 0,1$ olmak üzere $d(R, \bar{R}) < \tau$ ise çıktı R 'dir ve matris tutarlıdır.

$$d(R, \bar{R}) = \frac{1}{2(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (|\bar{\mu}_{ik} - \mu_{ik}| + |\bar{\vartheta}_{ik} - \vartheta_{ik}| + |\bar{\pi}_{ik} - \pi_{ik}|) \quad (3.8)$$

3.2.5. Her bir sezgisel tercih ilişki matrisinin öncelik ağırlığının hesaplanması

Her sezgisel tercih ilişki matrisinin ağırlığı $\omega = \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n$ hesaplanır.

$$\omega_i = \left(\frac{\sum_{k=1}^n \mu_{ik}}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n (1-\vartheta_{ik})}, 1 - \frac{\sum_{k=1}^n (1-\vartheta_{ik})}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \mu_{ik}} \right) \quad (3.9)$$

3.2.6. Birleştirilmiş ağırlıkların elde edilmesi

Mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisi değerlerini, bulanık hale dönüştürmek için, Xu tarafından önerilen IFWA yöntemi 3.10 'da belirtildiği gibi kullanılır (Xu, 2007). Böylelikle her kriterin bulanıklaştırma işlemi yapılacak olup, birden fazla karar verici olduğu durumda, her karar verici kişi için ayrı ayrı yapılması gerekmektedir.

$$r_{ij} = IFWA_{\lambda}(r_{ij}^{(1)}, r_{ij}^{(2)}, \dots, r_{ij}^{(l)}) = r_{ij}^{(1)}\lambda_1 + r_{ij}^{(2)}\lambda_2 + \dots + r_{ij}^{(l)}\lambda_l \quad (3.10)$$

$$= \left[1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} - \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} \right]$$

$r_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij}, \pi_{ij}) = (i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n)$, R birleştirilmiş karar matrisinin elemanıdır.

$$R = \begin{bmatrix} \mu_{11}, v_{11}, \pi_{11} & \mu_{12}, v_{12}, \pi_{12} & \mu_{1n}, v_{1n}, \pi_{1n} \\ \mu_{21}, v_{21}, \pi_{21} & \mu_{22}, v_{22}, \pi_{22} & \mu_{2n}, v_{2n}, \pi_{2n} \\ \mu_{m1}, v_{m1}, \pi_{m1} & \mu_{m2}, v_{m2}, \pi_{m2} & \mu_{mn}, v_{mn}, \pi_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{2n} \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Sezgisel bulanık AHP işleminin bu adımında oluşan R matrisi değerleri, sezgisel bulanık TOPSIS uygulanmasında, “Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi” adımında bir girdi olarak kullanılacak olup, bundan sonraki Sezgisel bulanık AHP’nin diğer adımları uygulamamızda kullanılmamıştır.

3.3. Sezgisel Bulanık TOPSIS

Bu bölümde Sezgisel Bulanık TOPSIS yönteminin işlem adımları formüle edilerek açıklanmıştır.

$A = \{A_1, A_2 \dots A_m\}$ Alternatiflerin kümesi ve $C = \{C_1, C_2 \dots C_n\}$ kriterler kümesidir. Karar vericilerin olduğu grup, l adet farklı kişiden oluşmaktadır. Birbiri ile özdeş olmayan karar verme gruplarında, karar verici kişilerin göreceli önem dereceleri

birbirinden farklıdır. Bilgi birikimi ve tecrübe burada ön plana çıkar. $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_l\}$ Karar vericilerin ağırlık vektörüdür. $\lambda_1 \geq 0, k = 1, 2, \dots, l$, ve $\sum_{k=1}^l \lambda_k = 1$ 'dir.

k . karar vericinin karar matrisi;

$$R^{(k)} = \left(R_{ij}^{(k)} \right)_{m \times n}$$

k . karar vericinin i . alternatifinin j . kriterden aldığı sezgisel bulanık değeri;

$$r_{ij}^{(k)} = \left(\mu_{ij}^{(k)}, v_{ij}^{(k)}, \pi_{ij}^{(k)} \right)_{m \times n}$$

Burada;

k . karar vericiye göre i . alternatifinin j . kriteri sağlama derecesi $\mu_{ij}^{(k)}$.

k . karar vericiye göre i . alternatifinin j . kriteri sağlamama derecesi $v_{ij}^{(k)}$.

k . karar vericiye göre belirsizlik derecesi $\pi_{ij}^{(k)}$ şeklinde tanımlanır.

3.3.1. Karar vericilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Karar vericilerin önem dereceleri dilsel değişkenler olarak düşünülmüştür. Karar vericilerin ağırlıklarını belirlemek için dilsel terimler sezgisel bulanık sayılarla ifade edilmiştir.

$D_k = \{\mu_k, v_k, \pi_k\}$ k . karar vericinin önem derecesini gösteren SBS olsun. k . karar verici ağırlığı;

$$\lambda_k = \frac{\left(\mu_k + \pi_k \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + v_k} \right) \right)}{\sum_{k=1}^l \left(\mu_k + \pi_k \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + v_k} \right) \right)} \quad (3.11)$$

$\lambda_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, l$, ve $\sum_{k=1}^l \lambda_k = 1$ şeklinde hesaplanır.

Bunun yanında sezgisel TOPSIS yönteminde birçok çalışmada yer alan ve kabul gören, karar vericilerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel terimler Tablo 3.2.'de paylaşılmıştır (Efe, B. 2016).

Dilsel Terimler	Sezgisel Bulanık Sayılar		
Oldukça Önemli	0,9	0,1	0
Önemli	0,75	0,2	0,05
Orta	0,5	0,45	0,05
Önemsiz	0,35	0,6	0,05
Oldukça Önemsiz	0,1	0,9	0

Tablo 3.2 Karar vericilerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel terim tablosu

3.3.2. Birleştirilmiş sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması

Çok kriterli karar verme problemlerinde, her kriterin alternatif karşısındaki ağırlığı birbiri ile eşit değildir. Kriterlerin önem dereceleri, her karar verici uzman için farklı seviyededir. Bundan dolayı uzmanlar tarafından kriterlere verilen sezgisel bulanık değerlerin bulanıklaştırılması gerekmektedir. Bulanıklaştırma işleminde Xu tarafından geliştirilen IFWA formülasyonu 3.12 'ye göre uygulanır (Xu, 2007). Alternatiflerin kriterler karşısında bulanıklaştırması için Tablo 3.3. 'teki sezgisel bulanık sayıların dilsel dönüşüm değerleri kullanılmıştır.

Dilsel Terimler	Sezgisel Bulanık Sayılar		
Oldukça İyi	0,75	0,1	0,15
İyi	0,6	0,25	0,15
Orta	0,5	0,5	0
Kötü	0,25	0,6	0,15
Oldukça Kötü	0,1	0,75	0,15

Tablo 3.3. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel terim tablosu

k . karar vericinin j . kriter için verdiği SBS $w_j^{(k)} = (\mu_j^{(k)}, v_j^{(k)}, \pi_j^{(k)})$ şeklinde hesaplanır. Alternatifler kriterler karşısında 3.12'de IFWA yöntemi kullanılarak bulanıklaştırılır.

$$w_j = IFWA_{\lambda}(w_j^{(1)}, w_j^{(2)}, \dots, w_j^{(l)}) = w_j^{(1)}\lambda_1 + w_j^{(2)}\lambda_2 + \dots + w_j^{(l)}\lambda_l \quad (3.12)$$

$$= \left[1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} - \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} \right]$$

$W = \{w_1, w_2 \dots w_j\}$ kriterlerin ağırlıklarıdır.

$w_j = (\mu_j, v_j, \pi_j)$ ve $(j = 1, 2, \dots, n)$ 'dir.

3.3.3. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi

Sezgisel bulanık AHP ve sezgisel bulanık TOPSIS yönteminin entegrasyonu yapılacağından dolayı, bu adımda standart sezgisel bulanık TOPSIS kriter ağırlığı hesabı kullanılmayacak olup, sezgisel bulanık AHP işleminin son aşaması olan kriter ağırlıklarının belirlenmesi ile hesaplanan ağırlıklar kullanılacaktır.

Birden fazla karar vericinin olduğu durumlarda, sezgisel bulanık AHP adımında her bir karar verici için ayrı ayrı kriter ağırlıkları oluşur. Bu ağırlıkların karar vericilerin bilgi kaybı olmaksızın, ortak bir grup düşüncesi olarak birleştirilmesi gerekir. Bu noktada yine IFWA yöntemi kullanılarak 3.12'te olduğu gibi uygulanır.

3.3.4. Birleştirilmiş ağırlıklı sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması

Her bir kriterin ağırlığı ve birleştirilmiş karar matrisi oluştuktan sonra, R' yani "Ağırlıklı birleştirilmiş karar matrisi" elde edilir. Bu kapsamda;

$$R' = R * W = (\mu'_{ij}, v'_{ij}) = \{ \langle x, \mu_{ij} \cdot \mu_j, v_{ij} + v_j - v_{ij} \cdot v_j \rangle | x \in X \} \quad (3.13)$$

$$\text{ve } \pi'_{ij} = 1 - v_{ij} - v_j - \mu_{ij} \cdot \mu_j + v_{ij} \cdot v_j \text{ 'dir.} \quad (3.14)$$

$$R' = \begin{bmatrix} \mu'_{11}, v'_{11}, \pi'_{11} & \mu'_{12}, v'_{12}, \pi'_{12} & \mu'_{1n}, v'_{1n}, \pi'_{1n} \\ \mu'_{21}, v'_{21}, \pi'_{21} & \mu'_{22}, v'_{22}, \pi'_{22} & \mu'_{2n}, v'_{2n}, \pi'_{2n} \\ \mu'_{m1}, v'_{m1}, \pi'_{m1} & \mu'_{m2}, v'_{m2}, \pi'_{m2} & \mu'_{mn}, v'_{mn}, \pi'_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r'_{11} & r'_{12} & r'_{1n} \\ r'_{21} & r'_{22} & r'_{2n} \\ r'_{m1} & r'_{m2} & r'_{mn} \end{bmatrix}$$

olup, $r'_{ij} = (\mu'_{ij}, v'_{ij}, \pi'_{ij})$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) ağırlıklı birleştirilmiş karar matris elemanıdır.

3.3.5. Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal çözümün belirlenmesi

$$A^* = (r_1^*, r_2^*, \dots, r_n^*), r_j^* = (\mu_j^*, v_j^*, \pi_j^*), j = 1, 2, \dots, n \quad (3.15)$$

$$A^- = (r_1^-, r_2^-, \dots, r_n^-), r_j^- = (\mu_j^-, v_j^-, \pi_j^-), j = 1, 2, \dots, n \quad (3.16)$$

Formülasyonları ile pozitif ve negatif çözüm belirlenir.

$$\mu_j^* = \left\{ \left(\max_i \{ \mu'_{ij} \} \mid j \in J_1 \right), \left(\min_i \{ \mu'_{ij} \} \mid j \in J_2 \right) \right\} \quad (3.17)$$

$$v_j^* = \left\{ \left(\min_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_1 \right), \left(\max_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_2 \right) \right\} \quad (3.18)$$

$$\pi_j^* = \left\{ \left(1 - \max_i \{ \mu'_{ij} \} - \min_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_1 \right), \left(1 - \min_i \{ \mu'_{ij} \} - \max_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_2 \right) \right\} \quad (3.19)$$

$$\mu_j^- = \left\{ \left(\min_i \{ \mu'_{ij} \} \mid j \in J_1 \right), \left(\max_i \{ \mu'_{ij} \} \mid j \in J_2 \right) \right\} \quad (3.20)$$

$$v_j^- = \left\{ \left(\max_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_1 \right), \left(\min_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_2 \right) \right\} \quad (3.21)$$

$$\pi_j^- = \left\{ \left(1 - \min_i \{ \mu'_{ij} \} - \max_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_1 \right), \left(1 - \max_i \{ \mu'_{ij} \} - \min_i \{ v'_{ij} \} \mid j \in J_2 \right) \right\} \quad (3.22)$$

Bu tanımlar içinde yer alan J_1 fayda kriteri ve J_2 maliyet kriteridir.

3.3.6. Pozitif ve negatif ayırım ölçümlerinin belirlenmesi

S_i^* pozitif, S_i^- negatif sezgisel bulanık ideal çözüm olmak üzere;

$$S_i^* = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [|\mu'_{ij} - \mu_j^*| + |v'_{ij} - v_j^*| + |\pi'_{ij} - \pi_j^*|], i = 1, 2, \dots, m \quad (3.23)$$

$$S_i^- = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [|\mu'_{ij} - \mu_j^-| + |v'_{ij} - v_j^-| + |\pi'_{ij} - \pi_j^-|], i = 1, 2, \dots, m \quad (3.24)$$

3.3.7. Sezgisel ideal çözüme “görelî yakınlık” katsayısının belirlenmesi

A_i için yakınlık katsayısı için aşağıdaki formül kullanılır.

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^* + s_i^-}, 0 \leq C_i^* \leq 1, i = 1, 2, \dots, m \quad (3.25)$$

3.3.8. Alternatiflerin sıralanması

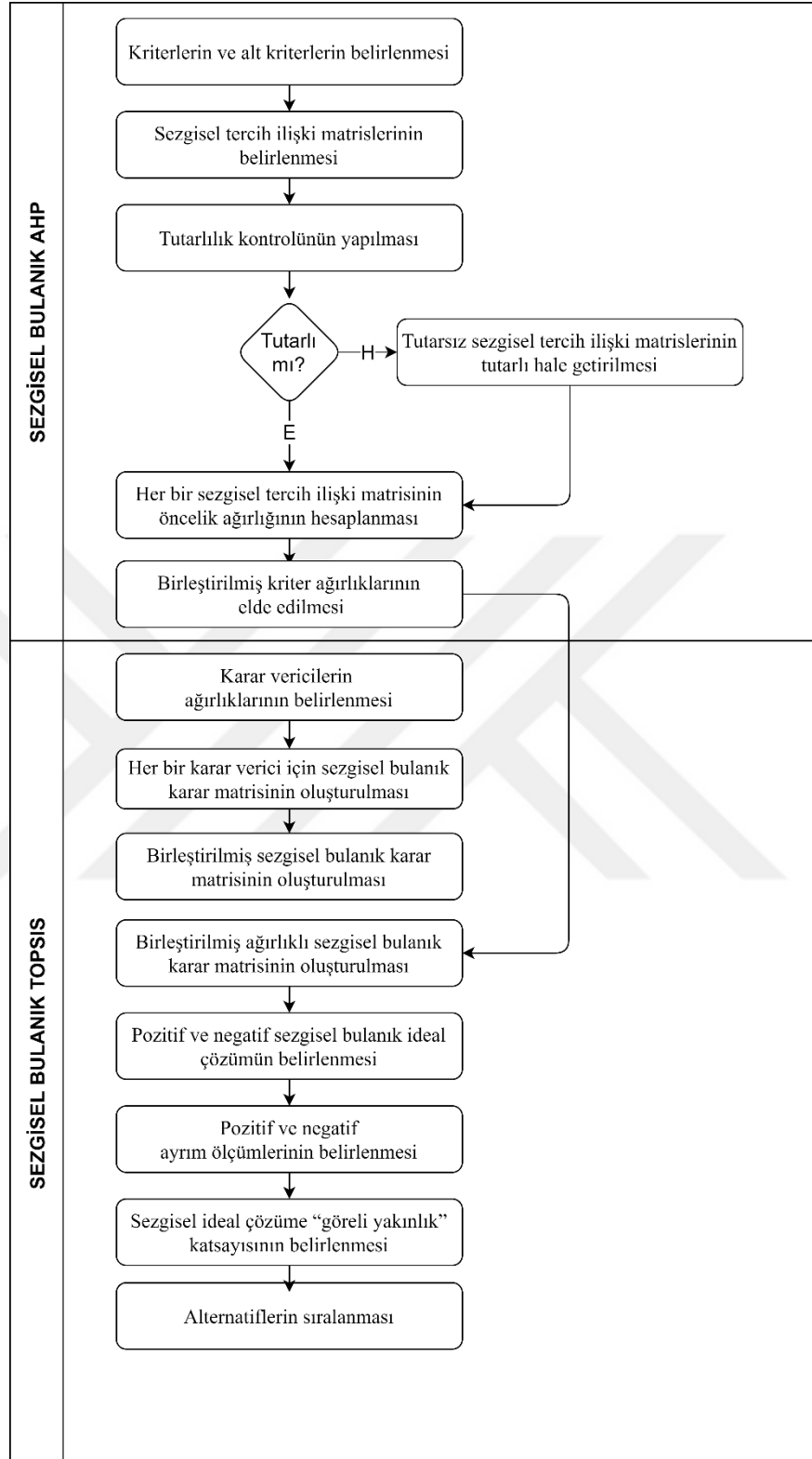
Alternatifler, yakınlık katsayılarına göre, büyükten küçüğe sıralanarak önem dereceleri hesaplanır.

3.4. Belediyelerde Projelerin Yönetilmesi

Günümüz belediyecilik anlayışında, toplumun refah düzeyini artırıcı her türlü hizmet vatandaşlar tarafından olumlu karşılanmaktadır. Bu kapsamda şehirlerin yönetiminde alınan kararlar çok yüksek öneme sahiptir. Bu kararlar belediyenin benimsemiş olduğu vizyon, misyon ve hedefler doğrultusunda üretilen projelere bağlıdır.

Hizmet verilen alanın coğrafi büyüklüğü, şehrin nüfusu, şehrin kişi başına düşen ortalama geliri vb. kriterler, projelerin önem derecelerinin değişmesine sebep olmaktadır. Bu gibi kriterler göz önüne alınarak yöneticiler tarafından projelere, dilsel olarak önem dereceleri verilmektedir.

Dilsel olan önem derecelerini, sayısal hale getirip, uluslararası kabul görülen karar verme yöntemleri ile desteklemek, toplum refahı açısından oldukça büyük öneme sahiptir.



Şekil 3.1. Sezgisel Bulanık AHP ve Sezgisel Bulanık Entegrasyonu

BÖLÜM 4. UYGULAMA

4.1. Kurum Bilgisi ve Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Uygulama yaklaşık 4000 personeli olan büyükşehir belediyesinde, 2019-2020 yıllarını kapsayan veri seti ile tamamlanmıştır. Uygulamada 3 farklı öneme sahip karar verici olup, alternatifleri ve kriterleri bağımsız şekilde değerlendirme yapmıştır.

Kurumun özel bir şirkete yaptırdığı İKY yöntemiyle gruplandırılmış projelerin, Bulanık Sezgisel AHP, Bulanık Sezgisel TOPSIS yöntemleri kullanılarak, değerlendirme kriterlerinin birbirlerine göre kıyaslanıp, önem derecelerinin ortaya çıkarılması ve değerlendirilmesi sağlanmıştır.

İkili kıyaslama yapabilmek için, değerlendirme kriterlerine ihtiyaç vardır. Bu kapsamda, kullanılan proje gruplarının değerlendirme kriterleri kurumun vizyon, misyon ve hedefleri çerçevesinde oluşturulmuş olup aşağıdaki gibidir.

- a) Planlanan Tamamlanma Zamanı
- b) Devlet Desteği Alma Durumu
- c) Aktarılması Planlanan Bütçe
- d) Görevlendirilecek Personel Sayısı
- e) Vatandaş / Paydaş Memnuniyeti
- f) Etkilenecek Kişiler
- g) Kurumsal Gelişime Uygunluk
- h) Sürdürülebilirlik
- i) Çalışan Personel Memnuniyeti
- j) Yeşil ve Çevreci Politikalara Uygunluk

4.2. İKY Projelerinin Kapsamları ve Alternatifler

Günümüz belediyeçilik anlayışında, toplumun refah düzeyini arttırıcı her türlü hizmet vatandaşlar tarafından olumlu karşılanmaktadır. Bu kapsamda şehirlerin yönetiminde alınan kararlar çok yüksek öneme sahiptir. Bu kararlar belediyenin benimsemiş olduğu vizyon, misyon ve hedefler doğrultusunda üretilen projelere bağlıdır.

Hizmet verilen alanın coğrafi büyüklüğü, şehrin nüfusu, şehrin kişi başına düşen ortalama geliri vb. kriterler, projelerin önem derecelerinin değişmesine sebep olmaktadır.

Work Breakdown Structure, İş Kırılım Yapısı (İKY) anlamına gelmektedir. İKY proje ekibi tarafından, projeyi daha iyi yönetilebilir hale getirmek amacıyla yapılacak alt işlerin, hiyerarşik olarak sınıflandırılmasına denir. Yöntemde her grup, alt gruplardan oluşur ve detaylarıyla birlikte en alt gruba kadar sınıflandırma yapar. Bu sınıflama işlemleri proje akışındaki kronolojik sırada veya projeye göre fonksiyonel iş düzeyinde yapılabilmektedir (Tausworthe, 1980).

İKY, proje yöneticilerinin riskleri daha rahat görebilmesini, değişikliklerin hızlı şekilde kurgulanmasını, zaman, işgücü ve maliyetin daha gerçekçi olarak görünmesini, genel proje ihtiyaçlarının net olarak belli olmasını ve projenin genel kontrol kabiliyetini arttırır (Tausworthe, 1980).

Uygulamada, kurumdan İKY çalışması sonucunda elde edilen 10 adet alternatif proje grubu referans olarak kullanılmış olup, alternatiflerin gruplanmasında aşağıdaki başlıklar altında yer alan açıklamalar göz önünde bulundurulmuştur.

- a) Afet ve Acil Durum Yönetimi
- b) Vatandaşlarla ve Paydaşlarla Etkin İletişim Yönetimi
- c) Sosyal Belediyeçilik Yönetimi
- d) Kültürel, Sanatsal, Eğitsel, Turizm ve Tanıtım Yönetimi
- e) Ulaşım Yönetimi

- f) Modern Kentleşme ve Kent Estetiği Yönetimi
- g) Çevre Yönetimi
- h) Toplum Huzuru ve Kentsel Düzen Yönetimi
- i) Etkinlik ve Verimlilik Odaklı Kurumsal Gelişim Yönetimi
- j) Sürdürülebilir ve Verimli Tarımsal Üretim Yönetimi

4.2.1. Afet ve acil durum yönetimi

Afet ve acil durumlara; ilişkili tüm paydaşlarla iş birliği içerisinde hızlı ve doğru bir biçimde müdahale edebilen, vatandaşın güvenliğini ve huzurunu arttıran, can ve mal kaybını önlemek için çalışan, kapasitesini her zaman arttırmayı hedefleyen bir yapıyla hazır olmak.

4.2.2. Vatandaşlarla ve paydaşlarla etkin iletişim yönetimi

Vatandaş taleplerinin gerçekleştirilmesi için çalışan bir belediyeçilik anlayışı benimseyerek, halkla her zaman iletişim halinde olarak, sunulabilecek hizmetlerin planlanıp hayata geçirilmesi aşamasında ilişkili tüm paydaşlardan görüşünü alarak katılım sağlayan, planlanan veya uygulanacak faaliyet ve hizmetlerin iletimi aşamasında şehrin her noktasına ulaşarak tüm il genelinde farklılık oluşturan bir kurum olmak.

4.2.3. Sosyal belediyeçilik yönetimi

Şehirde yaşayan kişilerin bireysel ve sosyal gelişimlerine katkı sağlayıcı faaliyetleri destekleyen; durumu olmayan, engelli, ihtiyaç sahibi ailelere, sosyal destek sağlayan, sağlık dairesi operasyonlarının kapasitesini arttıran, cenaze defin ve mezarlık hizmetlerinin kalitesini arttıran, sosyal bir şehir oluşturmak.

4.2.4. Kültürel, sanatsal, eğitsel, sportif gelişim, dış ilişkiler vb. yönetimi

Şehri, kültür sanat alanında toplumun gelişimine, ihtiyaç ve taleplerine yönelik düzenli, nitelikli etkinliklerin düzenlendiği, yaygın eğitim faaliyetlerinin herkese ulaştırıldığı şehrin tüm turizm potansiyelinin harekete geçirildiği, eğitim ve sporla ilgili kapasitesini sürekli arttıran, vatandaşların sportif faaliyetlere teşvik edildiği, uluslararası ilişkileri güçlü bir şehre dönüştürmek.

4.2.5. Ulaşım yönetimi

Mevcut ulaşım ve trafik akış planlarına uygun, birbiri ile entegre çalışan ulaşım sistemleriyle, talep görülen lokasyonlarda yeni çözüm üreten, sorunsuz bir toplu taşıma planı olan, memnuniyet düzeyi yüksek, güvenli, ucuz, konforlu ve çevreci, ulaşım hizmeti sunmak.

4.2.6. Modern kentleşme ve kent estetiği yönetimi

Şehrin mevcut ve bir sonraki dönemde oluşabilecek ihtiyaçları doğrultusunda planlamanın yapıldığı, altyapı ve üstyapı taleplerinin kurumun belirlediği standardizasyona göre, kent mimarisi ve görsel estetiğine uygun yapılan; dayanıklı, planlı, modern ve mimari şehir oluşturmak.

4.2.7. Çevre yönetimi

Kentin sınırları dahilinde, doğal güzellikleri koruyarak, atık yönetimi ve geri dönüşümleri belirlenen standartlarda ve planlı şekilde uygulanmasını sağlamak, yapılan çalışmaları yerinde denetlemek ve çevre standartlarını yükseltmek.

4.2.8. Toplum huzuru ve kentsel düzen yönetimi

Etkili ve sürekli kontroller sayesinde şehir ve toplumun düzeninin kanunlar çerçevesinde işlemesine katkıda bulunmak.

4.2.9.Etkinlik ve verimlilik odaklı kurumsal gelişim yönetimi

Kurumsal kaynak ve kapasitesini en doğru ve yarar sağlayacak bir şekilde kullanabilen, kurumsal destek süreçlerini doğru bir şekilde işletebilen, iç kontrol sistemi standartlarını benimsemiş, insan kaynakları fonksiyonlarını bir sistem içinde uygulayabilen hem kendi içerisindeki işleyişinde hem de hizmette bilgi teknolojilerinin sağladığı imkânlardan en iyi biçimde yararlanabilen, kendini sürekli ve en iyi şekilde geliştirebilen, stratejik yönetime dayalı, güçlü bir kurumsal yapı oluşturabilmek.

4.2.10. Sürdürülebilir ve verimli tarımsal üretim yönetimi

Kurumsal iş birlikleri ile çeşitli kurum ve kuruluşlar ile birlikte araştırmalar yaparak, sulamanın yapıldığı arazi sayısının arttırılmasını sağlamak, mevcut tarımsal arazilerin korunmasını sağlamak, toprağı işleyen kişilerin eğitim düzeyinin yükseltilmesine yönelik çalışmalar yürütmek, topraktan alınan mahsul oranını arttırmak, mahallelerin öncüleri olan muhtarlar ile bir araya gelerek sorunları dinleyen ve çözüm üreten bir belediye olmak.

4.3. Sezgisel Bulanık AHP

4.3.1. Alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesi

Aşağıda gösterilen Tablo 4.1.'de, sıralaması yapılacak olan İKY gruplarındaki “Alternatif Proje Grupları” ve bunların “Değerlendirme Kriterleri” kurum görüşü alınarak belirlenmiştir.

Alternatifler Proje Grupları	Değerlendirme Kriterleri
A1 Afet ve Acil Durum Yönetimi	K1 Planlanan Tamamlanma Zamanı
A2 Vatand. ve Paydaşlarla Etk. İlt. Yönetimi	K2 Devlet Desteği Alma Durumu
A3 Sosyal Belediyecilik Yönetimi	K3 Aktarılması Planlanan Bütçe
A4 Kültürel, Eğitsel, Sportif Faa. ve Turizm Yön.	K4 Görevlendirilecek Personel Sayısı
A5 Ulaşım Yönetimi	K5 Vatandaş / Paydaş Memnuniyeti
A6 Modern Kentleş. ve Kent Estetiği Yönetimi	K6 Etkilenecek Kişiler
A7 Çevre Yönetimi	K7 Kurumsal Gelişime Uygunluk
A8 Toplum Huzuru ve Kentsel Düzen Yönetimi	K8 Sürdürülebilirlik
A9 Etkinlik Odaklı Kurumsal Gelişim Yönetimi	K9 Çalışan Personel Memnuniyeti
A10 Sürd. ve Verimli Tarımsal Üretim Yönetimi	K10 Yeşil, Çevreci Politikalara Uygunluk

Tablo 4.1. İKY proje grupları ve değerlendirme kriterleri

4.3.2. Sezgisel tercih ilişki matrisinin oluşturulması

Bu adımda, 3 karar verici, kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapıp, Tablo 3.1.'deki 0.1-0.9 önem skalası referans değerlerine göre dilsel ifadelerini sayısallaştırmış ve sezgisel tercih ilişki matrisleri her bir karar verici için Tablo 4.2., Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.'da oluşturulmuştur.

μ,v	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,5 0,5	0,2 0,6	0,3 0,4	0,4 0,1	0,3 0,1	0,2 0,1	0,2 0,1	0,2 0,1	0,1 0,1	0,2 0,3
K2	0,3 0,6	0,5 0,5	0,5 0,3	0,6 0,2	0,6 0,1	0,4 0,2	0,2 0,2	0,2 0,1	0,1 0,1	0,2 0,1
K3	0,4 0,2	0,6 0,3	0,5 0,5	0,6 0,2	0,5 0,1	0,4 0,2	0,1 0,2	0,1 0,1	0,1 0,2	0,2 0,1
K4	0,2 0,3	0,1 0,6	0,6 0,2	0,5 0,5	0,4 0,4	0,3 0,2	0,1 0,3	0,2 0,2	0,2 0,2	0,1 0,2
K5	0,2 0,3	0,1 0,5	0,1 0,5	0,3 0,4	0,5 0,5	0,4 0,3	0,1 0,4	0,2 0,2	0,3 0,1	0,3 0,1
K6	0,2 0,2	0,1 0,4	0,1 0,3	0,2 0,3	0,4 0,3	0,5 0,5	0,2 0,6	0,1 0,4	0,2 0,3	0,1 0,3
K7	0,2 0,1	0,1 0,2	0,1 0,1	0,3 0,1	0,4 0,1	0,2 0,5	0,5 0,5	0,3 0,3	0,3 0,3	0,2 0,3
K8	0,2 0,1	0,1 0,2	0,1 0,1	0,1 0,2	0,1 0,1	0,4 0,2	0,6 0,2	0,5 0,5	0,2 0,5	0,3 0,5
K9	0,2 0,1	0,1 0,2	0,2 0,1	0,1 0,2	0,1 0,1	0,3 0,2	0,3 0,1	0,3 0,5	0,5 0,5	0,3 0,5
K10	0,1 0,1	0,1 0,1	0,1 0,1	0,2 0,1	0,1 0,3	0,4 0,1	0,3 0,1	0,5 0,1	0,5 0,3	0,5 0,5

Tablo 4.2. Karar verici 1 için sezgisel tercih ilişki matrisi

μ, v	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,5 0,5	0,5 0,4	0,3 0,3	0,4 0,1	0,3 0,1	0,3 0,1	0,2 0,2	0,1 0,3	0,1 0,2	0,1 0,2
K2	0,3 0,3	0,5 0,5	0,3 0,3	0,4 0,2	0,3 0,2	0,4 0,3	0,3 0,2	0,1 0,3	0,2 0,2	0,1 0,2
K3	0,2 0,3	0,4 0,5	0,5 0,5	0,6 0,3	0,4 0,2	0,4 0,4	0,2 0,2	0,2 0,2	0,1 0,2	0,1 0,3
K4	0,3 0,6	0,1 0,4	0,5 0,2	0,5 0,5	0,3 0,4	0,3 0,1	0,2 0,3	0,1 0,4	0,2 0,3	0,2 0,4
K5	0,2 0,5	0,1 0,3	0,1 0,4	0,3 0,4	0,5 0,5	0,5 0,2	0,2 0,3	0,2 0,3	0,1 0,4	0,3 0,4
K6	0,1 0,4	0,2 0,3	0,1 0,4	0,1 0,3	0,6 0,3	0,5 0,5	0,2 0,6	0,2 0,7	0,2 0,3	0,3 0,5
K7	0,1 0,1	0,1 0,1	0,1 0,2	0,2 0,1	0,3 0,2	0,2 0,6	0,5 0,5	0,3 0,6	0,2 0,6	0,2 0,4
K8	0,1 0,1	0,2 0,1	0,3 0,1	0,3 0,1	0,4 0,2	0,7 0,1	0,6 0,3	0,5 0,5	0,3 0,5	0,3 0,5
K9	0,1 0,1	0,1 0,1	0,1 0,1	0,2 0,1	0,2 0,1	0,3 0,1	0,6 0,2	0,3 0,5	0,5 0,5	0,2 0,5
K10	0,1 0,1	0,2 0,1	0,2 0,1	0,2 0,2	0,3 0,1	0,5 0,1	0,6 0,1	0,5 0,1	0,6 0,3	0,5 0,5

Tablo 4.3. Karar verici 2 için sezgisel tercih ilişki matrisi

μ, v	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,5 0,5	0,4 0,5	0,5 0,3	0,4 0,3	0,3 0,3	0,5 0,1	0,1 0,3	0,2 0,1	0,3 0,1	0,2 0,2
K2	0,2 0,3	0,5 0,5	0,6 0,3	0,5 0,3	0,4 0,3	0,5 0,1	0,1 0,3	0,2 0,2	0,3 0,2	0,2 0,2
K3	0,3 0,5	0,4 0,3	0,5 0,5	0,4 0,5	0,3 0,4	0,4 0,3	0,3 0,6	0,2 0,3	0,2 0,4	0,2 0,4
K4	0,3 0,4	0,3 0,5	0,4 0,2	0,5 0,5	0,4 0,4	0,5 0,1	0,1 0,4	0,2 0,2	0,3 0,3	0,2 0,4
K5	0,3 0,3	0,3 0,4	0,4 0,3	0,4 0,4	0,5 0,5	0,6 0,2	0,3 0,6	0,2 0,2	0,2 0,2	0,2 0,5
K6	0,2 0,5	0,1 0,5	0,1 0,4	0,1 0,5	0,6 0,3	0,5 0,5	0,2 0,6	0,2 0,3	0,3 0,3	0,1 0,3
K7	0,3 0,1	0,3 0,2	0,5 0,1	0,3 0,2	0,3 0,3	0,6 0,2	0,5 0,5	0,5 0,2	0,3 0,2	0,2 0,3
K8	0,1 0,2	0,2 0,2	0,3 0,1	0,1 0,1	0,2 0,2	0,3 0,2	0,6 0,3	0,5 0,5	0,3 0,5	0,2 0,6
K9	0,1 0,1	0,1 0,2	0,2 0,2	0,1 0,1	0,2 0,2	0,3 0,1	0,2 0,3	0,2 0,4	0,5 0,5	0,3 0,6
K10	0,2 0,2	0,2 0,2	0,4 0,1	0,2 0,1	0,4 0,1	0,3 0,2	0,3 0,3	0,6 0,2	0,5 0,2	0,5 0,5

Tablo 4.4. Karar verici 3 için sezgisel tercih ilişki matrisi

4.3.3. Sezgisel tercih ilişki matrisinin tutarlılığının belirlenmesi

Uzman kişilerin dilsel ifadelerinin Tablo 3.1.’deki skalaya göre sayısallaştırılarak oluşan Tablo 4.2., Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.’ün, tutarlılıklarının belirlenebilmesi amacıyla, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7’deki denklemler kullanılarak, sırasıyla her karar verici için “mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisleri” olan Tablo 4.5., Tablo 4.6. ve Tablo 4.7. kayıtları oluşur.

Örnek Karar Verici 1 için iki farklı $C(\mu)$, $C(v)$, $C(\pi)$ değerlerini hesaplayacak olursak,

$$C(\mu_{13}) = \frac{0,2 * 0,5}{(0,2 * 0,5) + \{(1 - 0,2) * (1 - 0,5)\}} = 0,2$$

$$C(v_{13}) = \frac{0,6 * 0,3}{(0,6 * 0,3) + \{(1 - 0,6) * (1 - 0,3)\}} = 0,4$$

$$C(\pi_{13}) = 1 - \{C(\mu_{13}) + C(\mu_{13})\} \quad ve \quad C(\pi_{13}) = 1 - (0,2 + 0,4) = 0,4 \text{ olur.}$$

$$C(\mu_{36}) = \frac{\sqrt[2]{0,6 * 0,5 * 0,3 * 0,4}}{\sqrt[2]{0,6 * 0,5 * 0,3 * 0,4} + \sqrt[2]{(1 - 0,6) * (1 - 0,5) * (1 - 0,3) * (1 - 0,4)}} = 0,4$$

$$C(v_{36}) = \frac{\sqrt[2]{0,2 * 0,1 * 0,2 * 0,3}}{\sqrt[2]{0,2 * 0,1 * 0,2 * 0,3} + \sqrt[2]{(1 - 0,2) * (1 - 0,1) * (1 - 0,2) * (1 - 0,3)}} = 0,05$$

$$C(\pi_{36}) = 1 - \{C(\mu_{36}) + C(\mu_{36})\} \quad ve \quad C(\pi_{36}) = 1 - (0,4 + 0,05) = 0,55 \text{ olur.}$$

Karar Verici 1										
C(μ)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,5	0,2	0,2	0,3293	0,2932	0,1998	0,0548	0,0685	0,0529	0,068
K2	0,3	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4299	0,1309	0,142	0,1498	0,1152
K3	0,3913	0,6	0,5	0,6	0,5	0,3956	0,1166	0,1188	0,1141	0,0769
K4	0,2	0,0968	0,6	0,5	0,4	0,3077	0,0818	0,0674	0,089	0,078
K5	0,0885	0,0818	0,1429	0,3	0,5	0,4	0,1429	0,0561	0,0734	0,0739
K6	0,0871	0,0639	0,0517	0,2222	0,4	0,5	0,2	0,0968	0,0517	0,0639
K7	0,1148	0,1179	0,1258	0,2899	0,3913	0,2	0,5	0,3	0,0968	0,1552
K8	0,0538	0,0639	0,0694	0,1469	0,2222	0,3913	0,6	0,5	0,2	0,0968
K9	0,0554	0,0643	0,0592	0,1214	0,1908	0,3956	0,3	0,3	0,5	0,3
K10	0,0543	0,0624	0,0734	0,1346	0,1635	0,3624	0,3	0,5	0,5	0,5

C(v)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,5	0,6	0,3913	0,2	0,0885	0,0871	0,1148	0,0538	0,0554	0,0543
K2	0,6	0,5	0,3	0,0968	0,0818	0,0639	0,1179	0,0639	0,0643	0,0624
K3	0,2	0,3	0,5	0,2	0,1429	0,0517	0,1258	0,0694	0,0592	0,0734
K4	0,3293	0,6	0,2	0,5	0,4	0,2222	0,2899	0,1469	0,1214	0,1346
K5	0,2932	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3913	0,2222	0,1908	0,1635
K6	0,1998	0,4299	0,3956	0,3077	0,3	0,5	0,6	0,3913	0,3956	0,3624
K7	0,0548	0,1309	0,1166	0,0818	0,1429	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3
K8	0,0685	0,142	0,1188	0,0674	0,0561	0,0968	0,2	0,5	0,5	0,5
K9	0,0529	0,1498	0,1141	0,089	0,0734	0,0517	0,0968	0,5	0,5	0,5
K10	0,068	0,1152	0,0769	0,078	0,0739	0,0639	0,1552	0,0968	0,3	0,5

C(π)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0	0,2	0,4087	0,4707	0,6183	0,7131	0,8304	0,8777	0,8917	0,8776
K2	0,1	0	0,2	0,3032	0,4182	0,5062	0,7512	0,7942	0,7859	0,8224
K3	0,4087	0,1	0	0,2	0,3571	0,5526	0,7577	0,8117	0,8267	0,8498
K4	0,4707	0,3032	0,2	0	0,2	0,4701	0,6283	0,7857	0,7896	0,7874
K5	0,6183	0,4182	0,3571	0,3	0	0,3	0,4658	0,7217	0,7358	0,7627
K6	0,7131	0,5062	0,5526	0,4701	0,3	0	0,2	0,5119	0,5526	0,5736
K7	0,8304	0,7512	0,7577	0,6283	0,4658	0,3	0	0,4	0,6032	0,5448
K8	0,8777	0,7942	0,8117	0,7857	0,7217	0,5119	0,2	0	0,3	0,4032
K9	0,8917	0,7859	0,8267	0,7896	0,7358	0,5526	0,6032	0,2	0	0,2
K10	0,8776	0,8224	0,8498	0,7874	0,7627	0,5736	0,5448	0,4032	0,2	0

Tablo 4.5. Karar verici 1 için mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisi

Karar Verici 2										
C(μ)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,5	0,5	0,3	0,3956	0,2465	0,281	0,1338	0,092	0,0777	0,0889
K2	0,3	0,5	0,3	0,3913	0,2222	0,2465	0,1179	0,108	0,0778	0,0943
K3	0,2222	0,4	0,5	0,6	0,3913	0,3956	0,1792	0,1299	0,1114	0,1179
K4	0,1489	0,1552	0,5	0,5	0,3	0,3	0,0968	0,0968	0,0588	0,0835
K5	0,0989	0,1179	0,2222	0,3	0,5	0,5	0,2	0,1406	0,1061	0,0863
K6	0,0678	0,0734	0,0517	0,1429	0,6	0,5	0,2	0,0968	0,0756	0,0696
K7	0,0846	0,1436	0,2126	0,1791	0,2727	0,2	0,5	0,3	0,1552	0,0968
K8	0,1289	0,1903	0,2677	0,266	0,3798	0,6923	0,6	0,5	0,3	0,0968
K9	0,0954	0,1638	0,1945	0,2358	0,2361	0,2862	0,6	0,3	0,5	0,2
K10	0,1342	0,19	0,2082	0,2492	0,2743	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5

C(v)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0,5	0,4	0,2222	0,1489	0,0989	0,0678	0,0846	0,1289	0,0954	0,1342
K2	0,3	0,5	0,3	0,1552	0,1179	0,0734	0,1436	0,1903	0,1638	0,19
K3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,2222	0,0517	0,2126	0,2677	0,1945	0,2082
K4	0,3956	0,3913	0,2	0,5	0,4	0,1429	0,1791	0,266	0,2358	0,2492
K5	0,2465	0,2222	0,3913	0,4	0,5	0,2	0,2727	0,3798	0,2361	0,2743
K6	0,281	0,2465	0,3956	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6923	0,2862	0,5
K7	0,1338	0,1179	0,1792	0,0968	0,2	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
K8	0,092	0,108	0,1299	0,0968	0,1406	0,0968	0,3	0,5	0,5	0,5
K9	0,0777	0,0778	0,1114	0,0588	0,1061	0,0756	0,1552	0,5	0,5	0,5
K10	0,0889	0,0943	0,1179	0,0835	0,0863	0,0696	0,0968	0,0968	0,3	0,5

C(π)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	0	0,1	0,4778	0,4554	0,6546	0,6512	0,7816	0,7791	0,8269	0,7769
K2	0,4	0	0,4	0,4535	0,6599	0,6802	0,7385	0,7017	0,7584	0,7157
K3	0,4778	0,1	0	0,1	0,3865	0,5526	0,6082	0,6024	0,6941	0,6739
K4	0,4554	0,4535	0,3	0	0,3	0,5571	0,7241	0,6372	0,7054	0,6673
K5	0,6546	0,6599	0,3865	0,3	0	0,3	0,5273	0,4796	0,6578	0,6394
K6	0,6512	0,6802	0,5526	0,5571	0,1	0	0,2	0,2109	0,6382	0,4304
K7	0,7816	0,7385	0,6082	0,7241	0,5273	0,2	0	0,1	0,2448	0,3032
K8	0,7791	0,7017	0,6024	0,6372	0,4796	0,2109	0,1	0	0,2	0,4032
K9	0,8269	0,7584	0,6941	0,7054	0,6578	0,6382	0,2448	0,2	0	0,3
K10	0,7769	0,7157	0,6739	0,6673	0,6394	0,4304	0,3032	0,4032	0,1	0

Tablo 4.6. Karar verici 2 için mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisi

Karar Verici 3										
C(μ)	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
K1	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3051	0,3978	0,1386	0,1421	0,148	0,1014
K2	0,2	0,5	0,6	0,5	0,3956	0,5	0,2109	0,1753	0,1646	0,1132
K3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3077	0,3956	0,1161	0,1589	0,1501	0,0902
K4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,2109	0,1429	0,1214	0,0826
K5	0,2465	0,2222	0,4	0,4	0,5	0,6	0,2727	0,2862	0,189	0,0947
K6	0,0917	0,0891	0,1198	0,1429	0,6	0,5	0,2	0,2	0,0968	0,0822
K7	0,2779	0,2725	0,4299	0,2899	0,2727	0,6	0,5	0,5	0,3	0,1765
K8	0,1055	0,0921	0,188	0,0989	0,167	0,2727	0,6	0,5	0,3	0,1552
K9	0,1186	0,1219	0,2258	0,1188	0,1775	0,2862	0,2	0,2	0,5	0,3
K10	0,1635	0,1921	0,3624	0,227	0,2388	0,3913	0,2727	0,6	0,5	0,5

C(v)	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
K1	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2465	0,0917	0,2779	0,1055	0,1186	0,1635
K2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2222	0,0891	0,2725	0,0921	0,1219	0,1921
K3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	0,1198	0,4299	0,188	0,2258	0,3624
K4	0,4	0,5	0,2	0,5	0,4	0,1429	0,2899	0,0989	0,1188	0,227
K5	0,3051	0,3956	0,3077	0,4	0,5	0,2	0,2727	0,167	0,1775	0,2388
K6	0,3978	0,5	0,3956	0,5	0,3	0,5	0,6	0,2727	0,2862	0,3913
K7	0,1386	0,2109	0,1161	0,2109	0,2727	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2727
K8	0,1421	0,1753	0,1589	0,1429	0,2862	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6
K9	0,148	0,1646	0,1501	0,1214	0,189	0,0968	0,3	0,4	0,5	0,6
K10	0,1014	0,1132	0,0902	0,0826	0,0947	0,0822	0,1765	0,1552	0,2	0,5

C(π)	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1	K1
K1	0	0,1	0,2	0,3	0,4484	0,5104	0,5835	0,7524	0,7334	0,7351
K2	0,5	0	0,1	0,2	0,3821	0,4109	0,5166	0,7326	0,7134	0,6946
K3	0,2	0,3	0	0,1	0,2923	0,4846	0,454	0,6531	0,6241	0,5474
K4	0,3	0,2	0,4	0	0,2	0,3571	0,4992	0,7582	0,7598	0,6904
K5	0,4484	0,3821	0,2923	0,2	0	0,2	0,4545	0,5469	0,6336	0,6665
K6	0,5104	0,4109	0,4846	0,3571	0,1	0	0,2	0,5273	0,6171	0,5265
K7	0,5835	0,5166	0,454	0,4992	0,4545	0,2	0	0,3	0,5	0,5508
K8	0,7524	0,7326	0,6531	0,7582	0,5469	0,5273	0,1	0	0,2	0,2448
K9	0,7334	0,7134	0,6241	0,7598	0,6336	0,6171	0,5	0,4	0	0,1
K10	0,7351	0,6946	0,5474	0,6904	0,6665	0,5265	0,5508	0,2448	0,3	0

Tablo 4.7. Karar verici 3 için mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisi

Mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrislerinin, ayrı ayrı her birinin tutarlılıklarının $d(R, R) < 0,1$ olarak çıkması beklenmektedir. Uygulamamızda her bir karar verici için $d(R, R)$ değeri Tablo 4.8.'de hesaplanmıştır.

Karar Verici 1		Karar Verici 2		Karar Verici 3	
K1	0,014338	K1	0,011070	K1	0,007605
K2	0,010765	K2	0,015498	K2	0,008952
K3	0,008328	K3	0,008211	K3	0,014873
K4	0,007686	K4	0,014305	K4	0,013363
K5	0,011374	K5	0,016180	K5	0,013669
K6	0,006908	K6	0,012589	K6	0,008605
K7	0,007792	K7	0,007001	K7	0,003507
K8	0,012117	K8	0,005580	K8	0,006995
K9	0,010718	K9	0,005043	K9	0,003370
K10	0,008480	K10	0,003732	K10	0,010891
$d(R, R) =$	0,098506	$d(R, R) =$	0,09921	$d(R, R) =$	0,091831

Tablo 4.8. Karar vericilerin tutarlılık matrisi

Örnek karar verici 1 için, K1 değeri denklem 3.8'e göre aşağıda hesaplanmıştır.

$$K1 = \frac{1}{2 * (10 - 1)}$$

$$\begin{aligned}
 & * (|0,5 - 0,5| + |0,2 - 0,2| + |0,3 - 0,2| + |0,4 - 0,3| + |0,3 - 0,3| + |0,2 - 0,2| \\
 & \quad + |0,2 - 0,1| + |0,2 - 0,1| + |0,1 - 0,1| + |0,2 - 0,1|) \\
 & + (|0,5 - 0,5| + |0,6 - 0,6| + |0,4 - 0,4| + |0,1 - 0,2| + |0,1 - 0,1| + |0,1 - 0,1| \\
 & \quad + |0,1 - 0,1| + |0,1 - 0,1| + |0,1 - 0,1| + |0,3 - 0,1|) \\
 & + (|0,0 - 0,0| + |0,2 - 0,2| + |0,3 - 0,4| + |0,5 - 0,5| + |0,6 - 0,6| + |0,7 - 0,7| \\
 & \quad + |0,7 - 0,8| + |0,7 - 0,9| + |0,8 - 0,9| + |0,5 - 0,9|)
 \end{aligned}$$

= 0,014338 olarak hesaplanır.

Örnek karar verici 1 için toplam $d(R, R)$ aşağıda hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}
 d(R, R) &= 0,014338 + 0,010765 + 0,008328 + 0,007686 + 0,011374 \\
 &\quad + 0,006908 + 0,007792 + 0,012117 + 0,010718 + 0,008480 \\
 &= 0,098506
 \end{aligned}$$

Toplam $d(R, R) \leq 0,1$ olduğundan “Tutarlı” kabul edilir. Diğer karar vericilerin $d(R, R)$ 'leri de tutarlıdır.

4.3.4. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi

Mükemmel çarpımsal tutarlı sezgisel ilişki matrisleri, Tablo 4.5., Tablo 4.6. ve Tablo 4.7.'da hesaplanmıştı. Bu işlemten sonra, her bir karar verici için, ayrı ayrı olmak koşuluyla, 3.10'daki IFWA denkleminde yararlanarak kriterlerin sezgisel $W(\mu), W(v), W(\pi)$ değerleri hesaplanır. Hesaplanan değerler, Tablo 4.9.'da gösterilmiştir.

Karar Verici 1				Karar Verici 2				Karar Verici 3			
Kriter	$W(\mu)$	$W(v)$	$W(\pi)$	Kriter	$W(\mu)$	$W(v)$	$W(\pi)$	Kriter	$W(\mu)$	$W(v)$	$W(\pi)$
Kw1=	0,026	0,677	0,297	Kw1=	0,036	0,694	0,27	Kw1=	0,042	0,748	0,21
Kw2=	0,045	0,669	0,286	Kw2=	0,032	0,704	0,264	Kw2=	0,047	0,74	0,213
Kw3=	0,045	0,66	0,295	Kw3=	0,042	0,727	0,231	Kw3=	0,039	0,779	0,182
Kw4=	0,032	0,71	0,258	Kw4=	0,031	0,735	0,235	Kw4=	0,041	0,757	0,202
Kw5=	0,025	0,731	0,244	Kw5=	0,031	0,741	0,228	Kw5=	0,045	0,76	0,195
Kw6=	0,023	0,749	0,228	Kw6=	0,026	0,778	0,197	Kw6=	0,03	0,8	0,17
Kw7=	0,03	0,689	0,281	Kw7=	0,029	0,76	0,211	Kw7=	0,05	0,738	0,212
Kw8=	0,031	0,682	0,287	Kw8=	0,047	0,716	0,237	Kw8=	0,034	0,761	0,204
Kw9=	0,03	0,677	0,293	Kw9=	0,038	0,705	0,257	Kw9=	0,031	0,75	0,219
Kw10=	0,035	0,652	0,313	Kw10=	0,051	0,681	0,268	Kw10=	0,048	0,713	0,239

Tablo 4.9. Karar vericilerin sezgisel tercih ilişki matris değerleri

Karar verici 1 için, örnek Kw1 için, $W(\mu), W(v), W(\pi)$ değerlerini hesaplayacak olursak;

$$W(\mu) = \frac{(0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1)}{(1 - 0,5) + (1 - 0,6) + (1 - 0,4) + \dots + (1 - 0,5)} = 0,026$$

Payda kısmında Tablo 4.5.'daki 10*10 luk matrisin tüm $C(\mu)$ öğeleri 1 den çıkarılarak toplama yapılır (Her karar verici için ayrı hesaplanır).

$$W(v) = 1 - \frac{(1 - 0,5) + (1 - 0,6) + (1 - 0,4) + \dots + (1 - 0,1)}{0,5 + 0,2 + 0,2 + \dots + 0,5} = 0,677$$

Pay kısmında Tablo 4.5.'daki 10×1 lik matrisin tüm (ν) ögeleri 1 den çıkarılır, payda kısmında Tablo 4.5.'daki 10×10 boyutundaki mükemmel çarpımsal ilişki matrisindeki tüm $C(\mu)$ değerleri toplanır (Her karar verici için ayrı hesaplanır).

$$W(\pi) = 1 - W(\mu) - W(\nu) = 1 - 0,026 - 0,677 = 0,297$$

Tablo 4.9.'da sezgisel bulanık AHP ile 3 karar verici için ayrı ayrı hesaplanan ağırlıklar, sezgisel bulanık TOPSIS için bir girdi olarak kullanılacaktır.

4.4. Sezgisel Bulanık TOPSIS

4.4.1. Karar vericilerin ağırlıklarının belirlenmesi

Standart Sezgisel Bulanık AHP ve Sezgisel Bulanık TOPSIS uygulamasının adımlarından farklı olarak çalışmamızda, karar vericilerin kurumun hiyerarşik yapısındaki önem derecelerinin birbirinden dilsel olarak farklı oluşundan dolayı öncelikle, karar vericilerin dilsel önemleri sezgisel bulanık sayı dönüşümü 3.11'deki formülasyon kullanılarak sayısallaştırılmıştır.

Karar verici uzman kişilerin dilsel önem dereceleri, Karar Verici 1 = Oldukça Önemli, Karar Verici 2 = Önemli, Karar Verici 3 = Orta olacak şekildedir.

Denklem 3.11, ve Tablo 3.2.'deki karar vericilerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel terim tablosu kullanılarak, karar verici kişilerin önem ağırlıkları belirlenir.

$$\lambda_{kv1} = 0,406, \quad \lambda_{kv2} = 0,356, \quad \lambda_{kv3} = 0,238, \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Örnek λ_{kv1} hesabı;

$$\lambda_{kv1} = \frac{\left(0,9 + 0\left(\frac{0,9}{0,9 + 0,1}\right)\right)}{\left(0,9 + 0\left(\frac{0,9}{0,9 + 0,1}\right)\right) + \left(0,75 + 0,05\left(\frac{0,75}{0,75 + 0,2}\right)\right) + \left(0,5 + 0,05\left(\frac{0,5}{0,5 + 0,45}\right)\right)}$$

4.4.2. Birleştirilmiş sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması

Karar vericilerin kriterleri, alternatifler karşısında dilsel olarak değerlendirmesi Tablo 4.10.'de yer almaktadır.

Kriterler >>	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	
Karar Verici 1	A1	İ	İ	O	İ	O	O	K	O	İ	Oİ
	A2	K	O	O	İ	O	O	Oİ	Oİ	İ	K
	A3	Oİ	Oİ	İ	İ	Oİ	Oİ	K	O	O	İ
	A4	Oİ	O	Oİ	O	Oİ	O	K	O	İ	O
	A5	İ	İ	O	K	İ	İ	O	İ	O	Oİ
	A6	Oİ	İ	Oİ	K	İ	K	İ	İ	O	O
	A7	OK	O	İ	O	Oİ	K	O	Oİ	İ	İ
	A8	O	K	İ	İ	O	Oİ	O	O	İ	Oİ
	A9	İ	O	İ	O	İ	K	O	K	Oİ	K
	A10	Oİ	İ	O	Oİ	O	O	İ	İ	O	Oİ
Karar Verici 2	A1	İ	İ	O	İ	İ	O	O	O	İ	Oİ
	A2	OK	O	O	İ	İ	O	İ	Oİ	O	K
	A3	Oİ	İ	İ	İ	İ	Oİ	K	O	İ	O
	A4	Oİ	O	Oİ	Oİ	İ	O	O	O	O	O
	A5	Oİ	İ	O	O	Oİ	Oİ	İ	O	O	Oİ
	A6	Oİ	İ	İ	O	O	O	K	İ	O	O
	A7	K	O	İ	İ	İ	İ	O	O	İ	İ
	A8	O	K	İ	O	İ	Oİ	İ	Oİ	O	İ
	A9	İ	İ	İ	O	K	K	İ	O	Oİ	O
	A10	Oİ	O	O	İ	O	İ	O	O	O	Oİ
Karar Verici 3	A1	O	İ	İ	O	İ	İ	K	K	İ	Oİ
	A2	OK	O	İ	O	İ	İ	O	İ	İ	K
	A3	Oİ	Oİ	Oİ	O	Oİ	Oİ	O	O	O	İ
	A4	Oİ	O	Oİ	Oİ	Oİ	İ	O	O	İ	O
	A5	İ	İ	İ	K	O	Oİ	İ	İ	İ	İ
	A6	Oİ	İ	Oİ	K	İ	O	O	Oİ	O	O
	A7	OK	O	O	İ	İ	K	O	O	O	İ
	A8	K	O	İ	O	İ	Oİ	O	O	İ	İ
	A9	Oİ	İ	İ	O	O	K	O	O	İ	K
	A10	Oİ	İ	O	İ	O	İ	İ	O	O	Oİ

Tablo 4.10. Alternatiflerin kriterler karşısındaki dilsel puanları

Hesaplanan karar verici ağırlıkları (λ_{kvi}) göz önüne alınarak, kriterleri alternatifler karşısında IFWA yöntemiyle, denklem 3.12'ye göre bulanıklaştırma işlemi yapılır.

Sezgisel bulanık sayı dönüşümü için, Tablo 3.3.’de belirtilen “Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel terimler” tablosu kullanılır. İşlemler sonucunda Tablo 4.11.’deki birleştirilmiş karar matrisi üretilir.

	K1			K2			K3			K4			K5		
	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}
A1	0,58	0,3	0,12	0,67	0,17	0,16	0,52	0,43	0,05	0,58	0,3	0,13	0,56	0,33	0,11
A2	0,16	0,69	0,15	0,5	0,5	0	0,52	0,43	0,05	0,58	0,3	0,13	0,56	0,33	0,11
A3	0,75	0,1	0,15	0,7	0,14	0,16	0,64	0,2	0,16	0,58	0,3	0,13	0,7	0,14	0,16
A4	0,75	0,1	0,15	0,5	0,5	0	0,75	0,1	0,15	0,75	0,1	0,15	0,7	0,14	0,16
A5	0,66	0,18	0,16	0,6	0,25	0,15	0,52	0,43	0,05	0,35	0,56	0,09	0,64	0,21	0,14
A6	0,75	0,1	0,15	0,6	0,25	0,15	0,7	0,14	0,16	0,35	0,56	0,09	0,57	0,32	0,11
A7	0,16	0,69	0,15	0,5	0,5	0,09	0,54	0,38	0,08	0,56	0,33	0,11	0,67	0,17	0,16
A8	0,45	0,52	0,03	0,32	0,58	0,11	0,57	0,32	0,11	0,54	0,38	0,08	0,56	0,33	0,11
A9	0,64	0,2	0,05	0,56	0,25	0,19	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,47	0,4	0,12
A10	0,75	0,1	0,15	0,57	0,32	0,11	0,54	0,38	0,08	0,67	0,17	0,16	0,5	0,5	0

	K6			K7			K8			K9			K10		
	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}
A1	0,52	0,43	0,05	0,35	0,56	0,09	0,45	0,52	0,03	0,6	0,25	0,15	0,75	0,1	0,15
A2	0,52	0,43	0,05	0,65	0,2	0,15	0,72	0,13	0,16	0,57	0,32	0,11	0,25	0,6	0,15
A3	0,75	0,1	0,15	0,32	0,58	0,11	0,5	0,5	0	0,54	0,39	0,07	0,57	0,32	0,11
A4	0,52	0,43	0,05	0,41	0,54	0,05	0,5	0,5	0	0,57	0,32	0,11	0,5	0,5	0
A5	0,7	0,15	0,16	0,47	0,43	0,1	0,57	0,32	0,11	0,52	0,43	0,05	0,72	0,13	0,16
A6	0,41	0,54	0,05	0,47	0,4	0,12	0,64	0,2	0,16	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0
A7	0,2	0,65	0,15	0,5	0,5	0	0,62	0,26	0,12	0,58	0,3	0,13	0,6	0,25	0,15
A8	0,75	0,1	0,15	0,54	0,39	0,07	0,61	0,28	0,11	0,57	0,32	0,11	0,67	0,17	0,16
A9	0,25	0,6	0,15	0,54	0,39	0,07	0,41	0,54	0,05	0,72	0,13	0,16	0,35	0,56	0,09
A10	0,56	0,33	0,11	0,57	0,32	0,11	0,54	0,38	0,08	0,5	0,5	0	0,75	0,1	0,15

Tablo 4.11.Birleştirilmiş sezgisel bulanık karar matrisi

Örnek $A1(\mu_{11})$, $A1(\nu_{11})$, $A1(\pi_{11})$ sonuçları aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$A1(\mu_{11}) = 1 - (((1 - 0,6)^{0,406}) * ((1 - 0,6)^{0,356}) * ((1 - 0,5)^{0,238}))$$

$$= 0,58$$

$$A1(\nu_{11}) = ((0,25)^{0,406}) * (0,25^{0,356}) * (0,5^{0,238})$$

$$= 0,3$$

$$A1(\pi_{11}) = 1 - (A1(\mu_{ij}) + A1(\nu_{ij}))$$

$$= 0,12$$

4.4.3. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi

Bu adımda sezgisel bulanık TOPSIS yönteminin standart kriter ağırlık belirlenmesi hesabını kullanmak yerine, entegrasyonu sağlamak amacıyla sezgisel bulanık AHP yönteminden üç karar verici kişi için ayrı ayrı çıktı olarak hesaplanmış olan Tablo 4.9.'daki değerler kullanılarak, ortak grup düşüncesi haline dönüştürülmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda her bir karar vericinin ağırlığı hesaba katılarak, tekrar 3.12'deki IFWA formülasyonu uygulanmış olup, Tablo 4.12.'daki değerler elde edilmiştir.

	$W(\mu)$	$W(v)$	$W(\pi)$
$Kw_1' =$	0,03322	0,70033	0,26645
$Kw_2' =$	0,04055	0,69874	0,26071
$Kw_3' =$	0,04234	0,71144	0,24623
$Kw_4' =$	0,03357	0,7306	0,23583
$Kw_5' =$	0,03157	0,74223	0,22619
$Kw_6' =$	0,0254	0,77169	0,20291
$Kw_7' =$	0,03462	0,72597	0,23941
$Kw_8' =$	0,03733	0,71299	0,24968
$Kw_9' =$	0,03329	0,70431	0,2624
$Kw_{10}' =$	0,04378	0,67736	0,27885

Tablo 4.12. Kriterlerin birleştirilmiş sezgisel bulanık ağırlıkları

Örnek Kw_1' için; $W(\mu), W(v), W(\pi)$ değerleri her bir karar vericinin ağırlığı göz önünde bulundurularak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$W(\mu) = 1 - ((1 - 0,026)^{0,405} * (1 - 0,036)^{0,355} * (1 - 0,042)^{0,237}) = 0,03322$$

$$W(v) = (0,677)^{0,405} * (0,694)^{0,355} * (0,748)^{0,237} = 0,70033$$

$$W(\pi) = 1 - W(\mu) - W(v) = 1 - 0,03322 - 0,70033 = 0,26645$$

4.4.4. Birleştirilmiş ağırlıklı sezgisel bulanık karar matrisinin oluşturulması

Üç karar vericinin Tablo 4.12.'da hesaplanan, kriterlerin birleştirilmiş sezgisel bulanık ağırlıklılarıyla ($W(\mu), W(\nu), W(\pi)$), Tablo 4.11.'daki birleştirilmiş sezgisel bulanık karar matrisi değerleri, her alternatif ve kriter için tek tek hesaplanarak 3.13 ve 3.14 denklemleri kullanılarak R' matrisi oluşur.

Örnek Alternatif 1, Kriter 1 için μ_{ij} , ν_{ij} , π_{ij} değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\mu_{ij} = 0,03322 * 0,577 = 0,0192$$

$$\nu_{ij} = 0,70033 + 0,296 - (0,70033 * 0,296) = 0,7890$$

$$\pi_{ij} = 1 - 0,0192 - 0,7890 = 0,1918$$

	K1			K2			K3			K4			K5		
	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}
A1	0,02	0,79	0,19	0,03	0,75	0,22	0,02	0,83	0,14	0,02	0,81	0,17	0,02	0,83	0,15
A2	0,01	0,91	0,09	0,02	0,85	0,13	0,02	0,83	0,14	0,02	0,81	0,17	0,02	0,83	0,15
A3	0,02	0,73	0,24	0,03	0,74	0,23	0,03	0,77	0,2	0,02	0,81	0,17	0,02	0,78	0,2
A4	0,02	0,73	0,24	0,02	0,85	0,13	0,03	0,74	0,23	0,03	0,76	0,22	0,02	0,78	0,2
A5	0,02	0,75	0,22	0,02	0,77	0,2	0,02	0,83	0,14	0,01	0,88	0,11	0,02	0,8	0,18
A6	0,02	0,73	0,24	0,02	0,77	0,2	0,03	0,75	0,22	0,01	0,88	0,11	0,02	0,83	0,16
A7	0,01	0,91	0,09	0,02	0,85	0,13	0,02	0,82	0,16	0,02	0,82	0,16	0,02	0,79	0,19
A8	0,01	0,86	0,13	0,01	0,87	0,11	0,02	0,8	0,17	0,02	0,83	0,15	0,02	0,83	0,15
A9	0,02	0,76	0,22	0,02	0,77	0,2	0,02	0,86	0,12	0,02	0,87	0,12	0,01	0,85	0,14
A10	0,02	0,73	0,24	0,02	0,8	0,18	0,02	0,82	0,16	0,02	0,78	0,2	0,02	0,87	0,11

	K6			K7			K8			K9			K10		
	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}	μ_{ij}	ν_{ij}	π_{ij}
A1	0,01	0,87	0,12	0,01	0,88	0,11	0,02	0,86	0,12	0,02	0,78	0,2	0,03	0,71	0,26
A2	0,01	0,87	0,12	0,02	0,78	0,2	0,03	0,75	0,22	0,02	0,8	0,18	0,01	0,87	0,12
A3	0,02	0,79	0,19	0,01	0,88	0,11	0,02	0,86	0,12	0,02	0,82	0,16	0,02	0,78	0,19
A4	0,01	0,87	0,12	0,01	0,87	0,11	0,02	0,86	0,12	0,02	0,8	0,18	0,02	0,84	0,14
A5	0,02	0,81	0,18	0,02	0,84	0,14	0,02	0,81	0,17	0,02	0,83	0,15	0,03	0,72	0,25
A6	0,01	0,89	0,09	0,02	0,84	0,15	0,02	0,77	0,21	0,02	0,85	0,13	0,02	0,84	0,14
A7	0,01	0,92	0,07	0,02	0,86	0,12	0,02	0,79	0,19	0,02	0,79	0,19	0,03	0,76	0,22
A8	0,02	0,79	0,19	0,02	0,83	0,15	0,02	0,79	0,18	0,02	0,8	0,18	0,03	0,73	0,24
A9	0,01	0,91	0,08	0,02	0,83	0,15	0,02	0,87	0,12	0,02	0,74	0,23	0,02	0,86	0,13
A10	0,01	0,85	0,14	0,02	0,81	0,17	0,02	0,82	0,16	0,02	0,85	0,13	0,03	0,71	0,26

Tablo 4.13. Ağırlıklı birleştirilmiş karar matrisi

4.4.5. Pozitif ve negatif sezgisel bulanık ideal çözümün belirlenmesi

Sezgisel ideal pozitif ve sezgisel ideal negatif değer formülizasyonları, 3.15 ve 3.16'da verilmiş olup, Tablo 4.14.'de hesaplanmıştır. İşlem adımı gereği $r_i(+)$, $\text{Max}(\mu_{ij})$, $\text{Min}(v_{ij})$, $\pi_{ij}(+)$ ve $r_i(-)$, $\text{Min}(\mu_{ij})$, $\text{Max}(v_{ij})$, $\pi_{ij}(-)$ değeri için hesaplaması yapılır.

İdeal (+)	Max(μ_{ij})	Min(v_{ij})	$\pi_{ij}(+)$	İdeal (-)	Min(μ_{ij})	Max(v_{ij})	$\pi_{ij}(-)$
r_1	0,02487	0,73054	0,24458	r_1	0,00519	0,88238	0,11243
r_2	0,02851	0,74079	0,2307	r_2	0,01289	0,87218	0,11493
r_3	0,0317	0,74053	0,22777	r_3	0,02112	0,85607	0,12281
r_4	0,02514	0,75776	0,21711	r_4	0,01175	0,88238	0,10587
r_5	0,0222	0,77821	0,19959	r_5	0,01488	0,87143	0,11369
r_6	0,01902	0,79471	0,18627	r_6	0,00505	0,92024	0,0747
r_7	0,02251	0,78195	0,19554	r_7	0,01101	0,88373	0,10526
r_8	0,02685	0,74894	0,22421	r_8	0,01528	0,86787	0,11685
r_9	0,02394	0,74135	0,23471	r_9	0,0166	0,85252	0,13088
r_{10}	0,03278	0,70989	0,25733	r_{10}	0,01091	0,8713	0,11779

Tablo 4.14. Sezgisel bulanık (+) ve sezgisel bulanık (-) değerler

Hesaplamalarda 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21 ve 3.22'den yararlanılmıştır. Örneğin;

$r_1 +$ için Tablo 4.13.'da μ_{ij} sütunundaki en büyük değer $\text{Max}(\mu_{ij})$, v_{ij} sütunundaki en küçük değer $\text{Min}(v_{ij})$, ve $1 - \text{Max}(\mu_{ij}) - \text{Min}(v_{ij})$ ise $\pi_{ij}(+)$ değerlerini vermektedir.

$r_1 -$ için Tablo 4.13.'da μ_{ij} sütunundaki en küçük değer $\text{Min}(\mu_{ij})$, v_{ij} sütunundaki en büyük değer $\text{Max}(v_{ij})$, ve $1 - \text{Min}(\mu_{ij}) - \text{Max}(v_{ij})$ ise $\pi_{ij}(-)$ değerlerini vermektedir.

4.4.6. Pozitif ve negatif ayırım ölçümlerinin belirlenmesi

Sezgisel pozitif S_i^+ ve sezgisel negatif S_i^- değerler, 3.23 ve 3.24'da belirtildiği üzere, Tablo 4.13.'deki ve Tablo 4.14.'deki değerleri kullanarak, Tablo 4.15.'de hesaplanan pozitif ve negatif ideal çözüm katsayılarına ulaşılır.

Pozitif (+) Ayrımlar		Negatif (-) Ayrımlar	
S_1	0,8515	S_1	0,7154
S_2	0,8905	S_2	0,4927
S_3	0,5906	S_3	0,6602
S_4	0,6063	S_4	0,7291
S_5	0,439	S_5	0,6909
S_6	0,5163	S_6	1,0441
S_7	0,5362	S_7	0,6517
S_8	0,6909	S_8	0,5387
S_9	0,9006	S_9	0,4076
S_{10}	0,9423	S_{10}	0,6768

Tablo 4.15. Pozitif ve negatif ayırım ölçümleri

Örnek S_1^+ hesabını yapacak olursak;

$$S_1^+ = \{|0,0192 - 0,025| + |0,271 - 0,025| + |0,0222 - 0,025| + \dots + |0,2015 - 0,245| + |0,2573 - 0,245|\}/2 = 0,8515 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Pozitif ayırım hesabı için, Tablo 4.13.'deki değerler ile Tablo 4.14.'deki $r +$ değerleri karşılıklı olarak birbiri ile mutlak farkları alınarak toplanır. Benzer hesap $r -$ değerleri baz alınarak negatif ayrımlar hesaplanır.

4.4.7. Sezgisel ideal çözüme “görelî yakınlık” katsayısının belirlenmesi

C yakınlık katsayısı için 3.25'ye göre hesaplama yapılır. Tablo 4.16.'da tüm C yakınlık katsayıları hesaplanmıştır.

Yakınlık Katsayısı (C)	
C_1	0,4566
C_2	0,3562
C_3	0,5278
C_4	0,5461
C_5	0,6115
C_6	0,6691
C_7	0,5486
C_8	0,4381
C_9	0,3116
C_{10}	0,418

Tablo 4.16. Yakınlık katsayısı (C)

Örnek C_1 için hesap aşağıdaki gibidir.

$$C_1 = \frac{07154}{0,8515 + 0,7154} = 0,4566$$

4.4.8. Alternatiflerin sıralanması

İKY uygulanmış alternatifler proje grupları, yakınlık katsayılarının büyüklüğüne göre, büyükten küçüğe doğru sıralaması Tablo 4.17.'de yapılmıştır. En üst sıradaki değer en çok önemli alternatif olurken, en alt sırada yer alan değer ise, en az önemli alternatif olarak yorumlanacaktır.

Alternatif	Puan
A6	0,669
A5	0,611
A7	0,549
A4	0,546
A3	0,528
A1	0,457
A8	0,438
A10	0,418
A2	0,356
A9	0,312

Tablo 4.17. Alternatif proje gruplarının sıralanması

BÖLÜM 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

SBAHP işlemlerinde, üç farklı önem değerine sahip karar vericinin, dilsel olarak alınan kriter değerlendirmeleri, SBAO yöntemi uygulanarak ‘Sezgisel Bulanık AHP’ değerleri hesaplanmıştır.

SBTOPSIS işlemlerinde, önem derecelerine göre ağırlıklarını hesaplamış olduğumuz üç karar vericinin SBAHP ağırlıkları ile, dilsel halde alınan ve sonrasında sayısal hale dönüştürülen alternatiflere, yine SBAO yöntemi uygulanarak ‘Sezgisel Bulanık TOPSIS’ adımları uygulanmıştır yapılmıştır.

Yöntemlerin entegrasyonu, SBAHP ile hesaplanan “Kriter Ağırlıklarını”, SBTOPSIS işlem adımları arasında yer alan “Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi” adımıyla, kullanarak sağlanmıştır.

SBAHP ve SBTOPSIS yöntemin birlikte kullanılmasının avantajı, risk faktörlerinin sezgisel hale getirilip, sonuçların gerçek hayattaki yansımalarının daha da optimal ve karar vericilere daha doğru şekilde yön göstermesidir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ilk sırayı “Modern Kentleşme ve Kent Estetiği”, ikinci sırayı “Ulaşım Yönetimi”, üçüncü sırayı “Çevre Yönetimi” proje gruplarının aldığı görülmektedir. Diğer yandan son sıraları “Vatandaşlarla ve Paydaşlarla Etkin İletişim Yönetimi” ve “Etkinlik Odaklı Kurumsal Gelişim Yönetimi” proje grupları almıştır. Her ne kadar iki yöntem birlikte kullanılsa bile, sonucun %100 garantisi beklenemez.

Uygulanan yöntemle, kişisel tercih ve tecrübelerle dayanarak yapılan, proje önceliklendirme çalışmalarına, bilimsel olarak yaklaşp, riskli karar verme problemlerinde, yol gösterici bilgi sağlamak amacıyla her durum da uygulanabilir.

Bunun yanında, uygulanan yöntem ve değerlendirme kriterlerinin, hem sektörel hem akademik olarak literatüre önemli katkı sağladığı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abdallah, O.T., Bafail O., Reda M.S.A. ve Kabli R. 2014. Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing* 17, 105-116.
- Akman, G. ve Alkan, A. 2006. Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı 9, 2346.
- Aloini, D., Dulmin, R. ve Mininno, V. 2014. A Peer IF-TOPSIS Based Decision Support System For Packaging Machine Selection, *Expert Systems with Applications* Volume 41, Issue 5, Pages 2157-2165.
- Alniak, M. O. 2011. Proje Yönetimi, Makaleler Derlemeler Örnek Olaylar. Beta Yayınları, 33.
- Atanassov, K.T., 1986. Intuitionistic Fuzzy-Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20 (1), 7-96.
- Aydın, Ö. 2009. Bulanık AHP İle Ankara İçin Hastane Yer Seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 24, Sayı 2, 87-104.
- Ayhan, Mustafa B. 2018. Yaz Spor Okulu Seçiminde Bütünleşik Bir Tereddütlü-Bulanık AHP ve TOPSIS Yaklaşımı, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 269~284
- Bali, Ö. 2013. Bulanık Boyut Analizi ve Bulanık VIKOR İle Bir ÇNKV Modeli: Personel Seçimi Problemi, *KHO Bilim Dergisi*, 23(2), 125-149
- Başılgil, H. 2005. The Fuzzy Analytic Hierarchy Process For Software Selection Problems. *Journal of Engineering and Natural Science Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 3.
- Bayrakçıl, A. 2007. Tedarik Zinciri Yönetiminde Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ve Tam Sayılı Programlama ile Tedarikçi Seçimi: Hipotetik Bir Uygulama. Sivas: Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Boran, K., Boran, Fatih E. ve Damgacı, E. 2017. Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemi Kullanarak Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi, *Politeknik Dergisi*; 20 (3), 629-637.
- Büyüközkan G. ve Çiftçi G. 2012. A combined fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS based strategic analysis of electronic service quality in healthcare industry. *Expert Systems with Applications*, 39 (3), 2341-2354.
- Chen, S. ve Lee, L. 2010. Fuzzy multiple attributes group decision-making based on the interval type-2 TOPSIS method. *Expert systems with applications*, 2790-2798.
- Chu, T. 2002. Selecting Plant Location Via Fuzzy TOPSIS Approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 859-864.
- Çağıl, G. ve Aydın, E. 2020. Bulanık Ahp ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile Hammadde Tedarikçisi Seçimi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 5, 3568-3597.
- Dağdeviren, M. ve Eren, T. 2001. Tedarikçi firma seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 41-52.
- Değermenci, A. ve Ayvaz, B. 2016. Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Personel Seçimi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(30).
- Efe, B., Boran, Fatih E. ve Kurt, M. 2015. Sezgisel Bulanık Topsis Yöntemi Kullanılarak Ergonomik Ürün Konsept Seçimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 3(3), 433-440.
- Efe, B. 2016. An integrated fuzzy multi criteria group decision making approach for ERP system selection. *Applied Soft Computing*, 38, 106-117
- Eleren, A. 2007. Kuruluş yeri seçiminin FUZZY TOPSIS yöntemi ile belirlenmesi: deri sektörü örneği. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 280-295.
- Enea, M. ve Piazza, T. 2004. Project Selection by Constrained Fuzzy AHP. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, Sayı 3, 39-62.
- Eren, M., Şengül Ü. ve Shiraz S. 2012. Bulanık Ahp İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 40, ss. 143-165.
- Fazlollahtabar, H., Mahdavi, Ashoori, Kaviani, S. ve Mahdavi-Amiri, N. (2011). A multi-objective decision-making process of supplier selection and order allocation for multi-period scheduling in an electronic market. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1039-2052.

- Gasımov, R. N. 2004. Karar Analizi. Osman Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ders Notu.
- Göksu, A. ve Güngör, İ. 2008. Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses Ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 1-25.
- Güler, İ., ve Topoyan, M. 2011. Verimli ve Ekonomik Klima Sistemlerinin Seçiminde Bulanık AHP Metodu. Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, Cilt 48, Sayı 551 51-58.
- Güneri, A., ve Şahin, H. 2007. AHP ve Fuzzy AHP İle Türkiye’de Uygun Tersane Yeri Seçimi. Gemi ve Deniz Teknolojisi, Sayı 172, 7-21.
- Güngör, İ. ve İşler, B. 2005. Analitik Hiyerarşik Yaklaşım İle Otomobil Seçimi. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 21-33.
- Junior, Francisco R.L., Osiro, L., ve Carpinettia, Luiz C.R. 2014. A Comparison Between Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS Methods To Supplier Selection. Applied Soft Computing, 21, 194-209.
- Kahya, E. 2003. İnsan Gücü Seçiminde Bulanık Uzman Sistemler Yardımı ile İş Başvuru Formlarının Değerlendirilmesi, Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kaptanoğlu, D. ve Özok, A. 2006. Akademik Performans Değerlendirmesi İçin Bir Bulanık Model. İTÜ Dergisi, Cilt 5, Sayı 1.
- Karakış, E. 2019. Bulanık Ahp Ve Bulanık Topsis İle Bütünleşik Karar Destek Modeli Önerisi: Özel Okullarda Öğretmen Seçimi. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 53, 112-137.
- Knight, K. G. 2001. A Fuzzy Logic Model for Predicting Commercial Building Design Cost Overruns, (Master of Science), Construction Engineering and Management, University of Alberta, Canada.
- Özden, H. Ü. 2008. Analitik Hiyerarşi Yönetimi ile İlkokul Seçimi. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi, 300.
- Özgörmüş, E., Mutlu, Ö. ve Güner, H. 2005. Bulanık AHP İle Personel Seçimi”, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu. İstanbul Ticaret Üniversitesi 111-115.
- Polat, Tülay K. ve Kaçmaz, Ö. 2019. Makine İmalat Fabrikasında Bulanık AHP ile Tedarikçi Seçim Uygulaması, 4. International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences, November 22-24, Samsun.
- Reza, F.T., Farahani, Z., ve Rezapour S. 2010. Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and FuzzyTOPSIS to rank the alternatives. Applied Soft Computing 10, 520–528.

- Uyanık, C., Tuzkaya, G., Kalender, Zeynep T. ve Oğuztımur S. 2016. An Integrated Dematel–If-Topsis Methodology For Logistics Centers’ Location Selection Problem: An Application For İstanbul Metropolitan Area, *Transport*, 35(6), 548-556.
- Uygun Ö, ve Çınar A. 2019 Sezgisel Bulanık AHP Yöntemiyle Yeşil Tedarikçi Seçimi, *Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi* 2(2) (2019) 24-31.
- Razmi, J., Songhori, M. ve Khakbaz, M. 2009. An integrated fuzzy group decision making/fuzzy linear programming (FGDMLP) framework for supplier evaluation and order allocation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43 (5-6) - 590.
- Saaty, T. 1983. The analytic hierarchy process. McGraw- Hill, 25-50.
- Saaty, T. 1994. How to make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Satty, T., Güngör, İ. ve Vargas, G. 2001. Model, Methods, Concepts ve Applications of The Analytic Hierarchy Process, First Edition. Kluwer’s International Series.
- Seçme, Y. ve Özdemir, A. 2008. Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 22, Sayı 2, 175-191.
- Şengül, E. ve Çağıl, G. 2020. Bulanık SWARA ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile İş Değerlemesi. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 965-976.
- Sun, C. 2010. Expert Systems with Applications, Institute of Technology Management, National Chiao Tung University, 37(12), ss 7745-7754.
- Tansel, Y. ve Yurdakul, M. 2008. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerini Kullanan Makine-Ekipman Seçim Çalışmalarında Bulanıklığın Sonuçlara Etkisinin İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*.
- Tausworthe, Robert C. 1980. *Journal of Systems and Software* Sayı: 1, 181-186
- Toksarı, M.ve D. Toksarı, M. 2011. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) Yaklaşımı Kullanılarak Hedef Pazarın Belirlenmesi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, Cilt 38, 51-70.
- Wang, J., Cheng, ve Kun-Cheng. 2009. Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection. *Applied Soft Computing*, 377-386.
- Yalçın, Ahmet S., Kılıç Hüseyin S. ve Güler, E 2019. Research and Development Project Selection via IF-DEMATEL and IF-TOPSIS, *INFUS 2019: Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making* pp 625-633

Yıldırım, Bahadır F. 2019. Kredi Kartı Platformlarının Sezgisel Bulanık TOPSIS Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi, BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar S:1 Cilt 13.

Zadeh, L. A. ve Bellman, B. E. 1970. “Decision-Making in A Fuzzy Environment”, Management Science, 17(4), 141–164.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ahmet Talha Ardalı

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği	2021
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Endüstri Mühendisliği	2013
Ön Lisans	Anadolu Üniversitesi / Açık Öğretim Fakültesi / Coğrafi Bilgi Sistemleri	2020
Lise	Tes-İş Adapazarı Anadolu Lisesi	2009

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2018-Halen	Sakarya Büyükşehir Belediyesi	Proje Yöneticisi
2013-2018	Vadi Kurumsal Bilgi Sistemleri. LTD. ŞTİ.	Endüstri Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce