

HAZİRAN 2023

Yüksek Lisans Tezi - Matematik

NİSA İREM TOZ

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Q-TEK DEĞERLİ NÖTROSOFİK KÜMELER ÜZERİNDE
VIKOR İLE TOPSIS METODLARI VE ONLARIN
UYGULAMALARI

MATEMATİK
YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİSA İREM TOZ
HAZİRAN 2023

**Q-TEK DEĞERLİ NÖTROSOFİK KÜMELER ÜZERİND VIKOR
İLE TOPSIS METODLARI VE ONLARIN UYGULAMALARI**

Gaziantep Üniversitesi

Matematik

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Memet ŞAHİN

İkinci Danışman

Doç. Dr. Vakkas ULUÇAY

NİSA İREM TOZ

HAZİRAN 2023



©2023[Gaziantep Üniversitesi]

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilmek suretiyle tezde yer aldığını beyan ederim.

Nisa İrem TOZ

ABSTRACT

VIKOR AND TOPSIS METHODS ON Q-SINGLE VALUE NEUTROSOPHIC SETS AND THEIR APPLICATIONS

TOZ, Nisa İrem

M.Sc. in Mathematics

Supervisor: Prof. Dr. Memet ŞAHİN

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Vakkas ULUÇAY

June 2023

47 pages

This thesis consists of five chapters. In the first chapter, which consists of the introduction, what are neutrophic sets, Q-single-valued neutrophic sets, fuzzy sets, intuitive fuzzy sets, neutrophic soft sets and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) and which methods are used. In the second part, which includes general information, definitions of the concepts mentioned in the introduction part are given and their properties are reviewed. In the third chapter, we introduced the MCDM methods, touched on the algorithm of VIKOR and TOPSIS methods and explained it with a diagram. In the fourth chapter, we gave an example to make these methods more explanatory and showed their applicability. Finally, in the fifth chapter, the results obtained in the thesis and suggestions for new studies are given.

Key Words: Neutrophic Sets, Q-Single Valued Neutrophic Set, MCDM, Fuzzy Sets, Intuitive Fuzzy Sets, Neutrophic Soft Sets, VIKOR, TOPSIS.

ÖZET

Q-TEK DEĞERLİ NÖTROSOFİK KÜMELER ÜZERİNDE VIKOR İLE TOPSIS METODLARI VE ONLARIN UYGULAMALARI

TOZ, Nisa İrem

Yüksek Lisans Tezi, Matematik

Danışman: Prof. Dr. Memet ŞAHİN

İkinci Danışman: Doç. Dr. Vakkas ULUÇAY

Haziran 2023

47 sayfa

Bu tez beş bölümden meydana gelmektedir. Giriş kısmından oluşan birinci bölümde nütrosifik kümeler, Q-tek değeri nütrosifik kümeler, bulanık kümeler, sezgisel bulanık kümeler, nütrosifik esnek kümeler ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) nedir ve hangi metotlar kullanılır bunlara yer verildi. Genel bilgilerin yer aldığı ikinci bölümde giriş bölümünde bahsettiğimiz kavramlarla ilgili tanımlar verildi ve özellikleri gözden geçirildi. Üçüncü bölümde ÇKKV metotlarına giriş yaptık, VIKOR ile TOPSIS metotlarının algoritmasına değindik ve bir şemayla bunu açıkladık. Dördüncü bölümde bu metotların daha açıklayıcı olması için bir örnek verip, uygulanabilirliğini gösterdik. Son olarak beşinci bölümde ise tezde elde edilen sonuçlara ve yeni çalışmalar için öneriler verildi.

Anahtar Kelimeler: Nütrosifik Küme, Q-Tek Değeri Nütrosifik Küme, ÇKKV, Bulanık Küme, Sezgisel Bulanık Küme, VIKOR, TOPSIS.



'Canum aileme'

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan, Gaziantep Üniversitesi öğretim üyelerinden danışman hocam, sayın Prof. Dr. Memet ŞAHİN'e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hocam Doç. Dr. Vakkas ULUÇAY'a tez hazırlama sürecinde verdiği desteklerden dolayı minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresince beni hep destekleyen ve güvenen babam Nabi TOZ'a, çok sevdiğim biricik annem Aynur TOZ'a ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ABSTRACT	v
ÖZET.....	vi
İTHAF	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
BÖLÜM II TEMEL BİLGİLER	8
BÖLÜM III Q-TEK DEĞERLİ NÖTROSOFİK KÜMELER ÜZERİNDE VIKOR İLE TOPSIS METODLARI	11
3.1 Q-Tek Değerli Nötrosofik Kümeler Üzerinde VIKOR Metodu	11
3.2 Q-Tek Değerli Nötrosofik Kümeler Üzerinde TOPSIS Metodu	20
BÖLÜM IV UYGULAMALAR.....	24
4.1 Q-Tek Değerli Nötrosofik Kümeler Üzerinde VIKOR Metodu	24
4.2 Q-Tek Değerli Nötrosofik Kümeler Üzerinde TOPSIS Metodu	37
BÖLÜM V SONUÇ.....	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ.....	48

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1 Üç Karar Vericinin Kriterlerin Önemi Üzerindeki Etki Puanı.....24

Tablo 4.2 Alternatiflerinin Kriterlere Göre Değerlendirilmesine İlişkin

Derecelendirme.....25

Tablo 4.3 TDNK Doğrudan İlişki Matrisi.....25

Tablo 4.4 Karar Vericilerin Önem Ağırlığı.....27

Tablo 4.5 Toplu TDNK Matrisi.....28

Tablo 4.6 Toplu Subjektif Ağırlık.....29

Tablo 4.7 Toplu Net Matris.....30

Tablo 4.8 Kriterlerin Objektif Ağırlığı ve Subjektif Ağırlığı.....33

Tablo 4.9 Tüm Kriterlerin PIS ve NIS' si.....33

Tablo 4.10 S_i ve R_i Değerleri.....35

Tablo 4.11 Kriterlerin Sıralanması.....36

Tablo 4.12 Karar Matrisi.....39

Tablo 4.13 TOPSIS Hesaplama.....39

Tablo 4.14 Normalize Karar Matrisi.....40

Tablo	4.15	Ağırlıklı	Karar
Matrisi.....		40	
Tablo	4.16	Pozitif	İdeal
Çözüm.....		41	
Tablo	4.17	Negatif	İdeal
Çözüm.....		41	
Tablo 4.18	S_i^* Hesaplanması.....		42
Tablo 4.19	S_i^- Hesaplanması.....		42



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 VIKOR Metodunun Kullanımı.....	13
Şekil 3.2 TOPSIS Metodunun Kullanımı.....	22



SEMBOLLER LİSTESİ

(μ)	Doğruluk üyelik değeri
(η)	Belirsizlik üyelik değeri
(ϑ)	Yanlışlık üyelik değeri
$\in$	Elemanıdır
$\aleph$	Alef
$\mathbb{F}$	Digamma
$\cup$	Birleşim
$\cap$	Kesişim
α	Alfa
δ	Delta
β	Beta
γ	Gamma
Φ	Phi
ϖ	Pi

KISALTMALAR LİSTESİ

NK	Nötrosofik Küme
NEK	Nötrosofik Esnek Küme
BEK	Bulanık Esnek Küme
Q-NEK	Q-Nötrosofik Esnek Küme
Q-NK	Q-Nötrosofik Küme
KV	Karar Verici
A	Alternatif
K	Kriter
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
BK	Bulanık Küme
ADBK	Aralık Değerli Bulanık Küme
SBK	Sezgisel Bulanık Küme
PIS	Pozitif İdeal Çözüm
NIS	Negatif İdeal Çözüm
TDNK	Tek Değerli Nötrosofik Küme
TDK	Tek Değerli Küme

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Mühendislik ve fizik gibi günlük hayatımızın pek çok alanında karşılaşılabilecek birçok belirsizlik problemi vardır. Bu nedenle belirsizlik problemlerini en doğru şekilde ifade etmek ve böylece problemin çözümünde en doğru sonucu elde etmek, karar verme sürecini en iyi şekilde yönetmek için önemli iki faktör vardır. Bunlardan ilki ‘Veri ve Bilgi’dir. Belirsizlik problemlerinin çözümünde ilk adım, yeterli ve doğru veri ve bilgilere sahip olmaktır. Veriler, problemin doğasını ve değişkenleri anlamamızı sağlar. Bu verileri toplamak, analiz etmek ve doğru bir şekilde yorumlamak, problemi daha iyi anlamamıza ve çözüm için doğru adımlar atmamıza yardımcı olur. İkincisi ise ‘Analitik Düşünme ve Modeller’dir. Belirsizlik problemlerinin analizinde analitik düşünme ve matematiksel modeller kullanmak önemlidir. Bu iki faktör, belirsizlik problemlerini daha iyi yönetmemizi ve karar verme sürecinde daha doğru sonuçlar elde etmemizi sağlar. Araştırmacılar bu süreci en doğru sonuca ulaştırabilecek birçok farklı matematiksel modeli literatüre kazandırmışlardır. Zadeh [1] tarafından kurulan bulanık küme teorisi fikri bu alanda ortaya atılan ilk matematiksel yaklaşım olmasına rağmen, belirsizlik ile ilgili çalışmalarda önemli bir teoridir. 1965’den beri bulanık kümeler teorisi ve bulanık mantık birçok araştırmacı tarafından belirsiz ortam içeren çok fazla hayat problemini çözmek için ele alınmıştır. Bir elemanın bir kümeye ait olduğu veya olmadığı geleneksel kümelerin aksine, bulanık kümeler kısmi üyeliğe izin verir. Bulanık bir kümede her eleman, kümeye ait olma derecesini gösteren 0 ile 1 arasında bir üyelik değerine sahiptir. Bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonu, tanımlanan kümedeki her bir elemanın üyelik derecesini tanımlar. Her öğeyi $[0,1]$ aralığında bir üyelik değeriyle eşler. Üyelik fonksiyonunun şekli, bulanık kümenin özelliklerini belirler ve üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk, Gauss veya sigmoidal gibi çeşitli biçimler alabilir.

Sonrasında bulanık kümenin bir uzantısı olarak Atanassov (1986) tarafından sezgisel bulanık küme kavramı tanıtıldı [2]. Bulanık mantık kesin olmayan veya belirsiz verileri işleyebilir ve sonuçları “kısmi doğruluk” veya “yaklaşık” terimleriyle ifade ederken, sezgisel bulanık küme bilgiyi daha net ve kesin bir şekilde ifade edebilir ve daha doğru sonuçlar üretebilir. Bunlara ek olarak klasik bulanık kümelerde, üyelik fonksiyonları genellikle sayısal değerlere ve matematiksel fonksiyonlara dayalı olarak tanımlanır. Ancak sezgisel bulanık kümelerde üyelik fonksiyonları, insan algısını ve sezgisini yansıtan dilbilimsel terimler kullanılarak tanımlanır. Sezgisel bulanık kümelerdeki üyelik fonksiyonları genellikle bu dilsel değişkenleri ve bulanık dilbilimsel terimleri kullanılarak tanımlanır. Bu dilbilimsel terimler tipik olarak insanların öznel kavramları tanımlamak için kullandıkları "çok düşük", "düşük", "orta", "yüksek" ve "çok yüksek" gibi dilsel ifadeler kullanılarak elde edilir. Bu terimler bulanık kümelerle ilişkilendirilir ve üyelik fonksiyonları karşılık gelen dilbilimsel terimlere üyelik derecelerini tanımlar. Sezgisel bulanık kümeler, karar verme, uzman sistemler, örüntü tanıma ve insan-makine etkileşimi dahil olmak üzere çeşitli alanlarda uygulamalara sahiptir. Sezgisel bulanık kümeler, insan algısı ve dilbilimsel terimleri birleştirerek, sübjektif ve kesin olmayan bilgileri daha insan benzeri ve yorumlanabilir bir şekilde modellemek ve akıl yürütmek için bir çerçeve sağlar. Bu çerçeve içerisinde üyelik dereceleriyle ilgili belirsizliğin veya muğlaklığın tek bir değerle yeterince temsil edilemediği durumların üstesinden gelmek için ise aralık değerli bulanık küme tanıtılmıştır. [3] Aralık değerli bulanık kümeler (ADBK), üyelik değerlerinin tek değerler yerine aralıklar olduğu bulanık kümelerin bir uzantısıdır. Aralık değerli bir bulanık kümede, verilen kümenin her bir ögesi, kesin bir üyelik değerinden ziyade bir aralıkla ilişkilendirilir. Bu aralık, o öge için olası üyelik derecelerinin aralığını temsil eder. Aralığın genişliği ise üyelik derecesindeki belirsizliğini yansıtır. Aralık değerli bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonu, her elemana olası üyelik değerleri aralığını temsil eden bir aralık değeri ile tanımlanır. Bu üyelik fonksiyonu, üçgen, yamuk veya gauss aralıkları gibi çeşitli matematiksel gösterimler kullanılarak ifade edilir. Aralık değerli bulanık kümeler, belirsiz veya kesin olmayan bilgileri modellemek için daha esnek ve sağlam bir yol sağlar. Üyelik dereceleriyle ilişkili farklı derecelerde belirsizliği yakalayabilirler. Aralıkları kullanarak, aralık değerli bulanık kümeler, birçok gerçek dünya uygulamasında bulunan belirsizliğin daha gerçekçi bir temsiline izin verir. Aralık değerli bulanık kümelerin karar verme, örüntü tanıma, sınıflandırma ve uzman sistemlerde

uygulamaları vardır. Yani ADBK kesin olmayan bilgilerin daha kapsamlı ve gerçekçi bir şekilde temsil edilmesini ve ele alınmasını sağlarlar. Yukarıda bahsedilen kümelerin sağladığı esnekliğe rağmen sezgisel bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu ve üye olmama fonksiyonunun her elemanı için aldığı değerler toplamının her zaman $[0,1]$ arasında bir kalmasından kaynaklanan bir kısıtlama vardır. Bu durum gerçek hayatta karşılaşılan problemleri çözmede bir zorluk oluşturur. Bu nedenle Smarandache [4] 1998 de nütrosofik küme teorisi adı verilen yeni bir model ortaya koymuştur. Bu model kesin olmayan, belirsiz ve tutarsız verilere sahip gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelmede kullanılmıştır. Nütrosofik kümeler (NK) teorisi bulanık kümelerin (BK) [1], aralık değerli bulanık kümelerin (ADBK) [3], sezgisel bulanık kümelerin (SBK) [2] yanı sıra bu kümelerin genelleştirilmesi olarak tanıtılmıştır. Nütrosofik küme teorisi bulanık küme ve sezgisel bulanık küme alanında açık bir şekilde görülmeyen belirsiz bilgileri açıklamaya da yardımcı olmuştur. Aynı zamanda bu model karar verme problemlerinde, kontrol teorisinde, ilaçlarda, topolojide ve daha birçok gerçek hayat probleminde uygulanmıştır. Nütrosofik küme (NK), üç bağımsız üyelik fonksiyonu ile bilinir. Doğruluk üyelik değeri (μ), belirsizlik değeri (η) ve yanlışlık değeri (θ) şeklinde tanımlanır. Bir NK'deki doğruluk üyelik değerini ve yanlışlık üyelik değerlerini şu şekilde açıklayabiliriz, doğruluk ve yanlışlık sezgisel bir bulanık kümede çalışır ve elemanların üye olma ve olmama derecesini ifade ederken, belirsizlik üyelik fonksiyonu bilgideki tarafsızlık derecesini ifade eder. Doğruluk değeri (μ), bir elemanın nütrosofik kümeye ait olma derecesini ifade eder. Bu değer, 0 ile 1 arasında bir sayıdır ve elemanın kümeye üye olma derecesini gösterir. Belirsizlik değeri (η), bir elemanın kümeye üye olma derecesindeki belirsizlik düzeyini ifade eder. Bu değer, 0 ile 1 arasında bir sayıdır ve elemanın üyelik durumu hakkındaki belirsizliği gösterir. Yanlışlık değeri (θ), bir elemanın kümeye üye olma derecesindeki yanlışlık düzeyini ifade eder. Bu değer, 0 ile 1 arasında bir sayıdır ve elemanın üyelik durumuyla ilgili yanlışlık derecesini gösterir. Buradan yola çıkılarak uygun mühendislik uygulamaları için, basitleştirilmiş NK'ler [4] (tek değerli ve aralıklı nütrosofik kümeleri ima eden), nesnel bir durum için doğruluk, yanlışlık, belirsizlik argümanlarını açıklamak için nütrosofik kümelerin alt sınıfları olarak sunuldu ve ardından karar vermeye uygulandı. Sonrasında nütrosofik kümelerin bir uzantısı olan tek değerli nütrosofik kümeler Wang ve arkadaşları tarafından tanıtıldı ardından

küme teorik işlemleri ve TDNK'lerin bazı özelliklerini kullanarak uygulamalar yapıldı [5].

Daha sonra belirsiz verileri ele almak için başka bir yaklaşım olarak Molodtsov yeterli parametreleştirme teorisine dayanan esnek kümeler kavramını ortaya attı [6]. Başlangıcından bu yana, esnek çoklu küme teorisi [7], esnek uzman küme teorisi [8], bulanık esnek küme (BEK) [9] ve nütrosifik esnek kümeler (NEK) [10] gibi çok sayıda esnek küme modeli üretilmiştir. Esnek kümeler, her öge için birden çok olası değeri göz önünde bulundurarak eksik, belirsiz veya kesin olmayan bilgileri temsil etmeye izin verir. Öğelerin üyeliğinin kesin olarak tanımlanmadığı, bunun yerine bir dizi izin verilen değer veya seçimle karakterize edildiği kümeler hakkında akıl yürütme için bir çerçeve sağlarlar. Esnek kümeler üzerindeki işlemler, klasik küme teorisindekilere benzer birleştirme, kesişme, tümleme ve kuvvet kümesi işlemlerini içerir. Esnek küme teorisi, belirsizliği ele almak için esnek dahil etme ilişkisi, esnek denklik ilişkisi ve esnek karar verme algoritmaları gibi çeşitli işlemleri ve kavramları da sunar. Esnek küme teorisi, karar verme, veri analizi, örüntü tanıma, uzman sistemler ve bilgi temsili dahil olmak üzere çeşitli alanlarda uygulama bulur. Belirsizliğin ve belirsizliğin mevcut olduğu gerçek dünya problemlerini modellemek ve analiz etmek için esnek ve sezgisel bir çerçeve sağlar. Nütrosifik esnek kümeler, Florentin Smarandache tarafından geliştirilen nütrosofi felsefesine dayandığı için, belirsizliklerin daha ayrıntılı bir şekilde ifade edilmesini sağlar ve bu da daha hassas analizler yapmayı mümkün kılar. Bu kavram, özellikle karmaşık ve çok boyutlu verilerin işlendiği alanlarda kullanışlıdır. Nütrosifik esnek kümeler, karar verme süreçlerinde, veri analizinde, yapay zekada ve benzeri alanlarda uygulanabilir hale getirilmiştir. Son zamanlarda, NK'ler ve NEK'ler farklı araştırmacılar tarafından derinlemesine incelenmiştir. [11,26] Ancak, yukarıdaki modellerin hiçbiri iki boyutlu belirsiz, kesin olmayan ve uyumsuz verilerle başa çıkamaz. Bu, araştırmacıları, örneğin Q-bulanık esnek kümeler [12,13], Q-nütrosifik esnek kümeler (Q-NEK'ler) [14] ve Q-dilsel nütrosifik değişken kümeleri gibi bu tür durumlarla başa çıkma kapasitesine sahip olacak şekilde güçlendirmeye itti. [15]. Bir Q-NEK, gerçek dünyada ortaya çıkan iki boyutlu belirsiz sorunların üstesinden gelmek için üç adet iki boyutlu bağımsız üyelik derecesi ile karakterize edilen genişletilmiş bir NEK modelidir. Bu modelde kesin olmayan, belirsiz ve tutarsız iki boyutlu bilgileri işlemek için uygun bir parametrizasyon kavramı vermiştir. Bu nedenle, belirsizliğe

ve iki boyutluluğa aynı anda uyum sağlamıştır Böylece, Q-NEK'ler, Abu Qamar ve Hassan tarafından temel işlemleri [16], ilişkileri [14], mesafe, benzerlik ve entropi ölçüleri [17] tartışılarak daha fazla araştırıldı ve ayrıca genelleştirilmiş Q-nötrosofik esnek uzman küme [18] kavramına kadar genişletildi. Q-NEK aynı anda iki boyutluluk ve belirsizliğe hizmet eden, çoğu gerçek hayat probleminde ortaya çıkan iki boyutlu kesin olmayan, belirsiz ve tutarsız verilerle başa çıkmak için yeterli bir parametreleştirme aracı sağladı. Karar verme, farklı faktörlere dayalı bir seçenekler havuzundan en iyi çözümü bulmak için karar vericinin beklentilerini dikkate alarak alternatifleri belirleme ve seçme eylemidir. Her karar, karar verilmesi gereken zamanda mevcut olan bilgilerin, alternatiflerin, değerlerin ve tercihlerin toplanması olarak tanımlanan bir ortam içinde verilir. Karar verme sürecindeki en zor unsur, alternatifleri değerlendirmek için belirlenen kriterlerin çokluğudur. Bu nedenle, çok kriterli karar verme (ÇKKV), genellikle birbiriyle çelişen birçok kriterin (faydalı ve faydalı olmayan nitelikler) varlığında karar vermeyi ifade eder. ÇKKV sorunları günlük yaşamda oldukça yaygındır. Karar verme sorunu, sürece farklı karar verici grupları dahil oldukça daha karmaşık hale gelir. ÇKKV sorunları her zaman yaygın olsa da ayrı bir disiplin olarak ÇKKV'nin yalnızca yaklaşık 30 yıllık nispeten kısa bir tarihi vardır. ÇKKV disiplininin gelişimi, karmaşık ÇKKV problemlerinin sistematik analizini gerçekleştirmeyi mümkün kılan bilgisayar teknolojisindeki hızlı ilerleme ile yakından ilişkilidir. Öte yandan, bilgi teknolojisinin yaygın kullanımı, çok büyük miktarda bilgi üretmiştir ve bu da ÇKKV'yi iş kararlarını desteklemede giderek daha önemli ve yararlı hale getirmektedir. ÇKKV'nin avantajı, herhangi bir seçeneğin ne kadar uygun olduğuna dair dengeli bir görüş sunması ve duyguları denklemden çıkarmaya yardımcı olmasıdır. Ayrıca herhangi bir faktörün diğerlerini gölgede bırakmasında engeller. Genel olarak, iki farklı ÇKKV sorunu türü vardır; birinci tip sonlu sayıda alternatif çözüme sahiptir ve ikincisi sonsuz sayıda çözüme sahiptir. Normalde seçim ve değerlendirme ile ilgili problemlerde alternatif çözüm sayısı sınırlıdır. Bir ÇKKV problemi genellikle $m \times n$ karar matrisi ile tanımlanır, burada her a_{ij} ögesi j'inci kritere göre i. alternatifin performansını gösterir. Bu nedenle, en iyi eylem planına ulaşmayı kolaylaştırmak için, birden çok kriteri içeren durumlarda karar vermeye yardımcı olacak resmileştirilmiş bir tekniğe ihtiyaç duyulması nedeniyle ÇKKV yöntemleri olarak adlandırılan bir araç ailesi ortaya çıkmıştır [19]. Bir ÇKKV yöntemi, uygun bir seçime ulaşmak için nitelik bilgilerinin nasıl değerlendirileceğini belirler. Karar matrisi ve bir ÇKKV yaklaşımı göz önüne

alındığında, karar verici artık en iyi alternatifi seçebilir ve/veya uygulanabilir alternatiflerin tümünü sıralayabilir. Bugüne kadar, mühendislik ve yönetimin farklı açılarından ortaya çıkan karmaşık karar verme problemlerini çözmek için birkaç ÇKKV yöntemi önerilmiş ve başarıyla uygulanmıştır. Bu teknikler arasında VIKOR (Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje) olup, çok kriterli optimizasyon ve uzlaşmacı çözüm anlamına gelir. VIKOR yöntemi, basit ve kolay anlaşılır hesaplama adımları (Opricovic & Tzeng) nedeniyle karar verme camiasında büyük popülerlik kazanmıştır [20]. Karmaşık karar verme problemlerini çözmek için VIKOR yönteminin başarılı bir şekilde uygulanmasının yanı sıra, kararın türüne bağlı olarak kapsamlı VIKOR, bulanık VIKOR, pişmanlık teorisine dayalı VIKOR, değiştirilmiş VIKOR ve aralıklı VIKOR yöntemleri gibi diğer varyantları da ortaya çıkmıştır. Farklı karar verme senaryolarında uygulanmıştır ve tipik özelliklere ve matematiksel formülasyonlara sahiptirler. VIKOR yönteminin bu beş varyantının sıralama performansını orijinal muadili ile karşılaştırmak için harika bir fırsat var. Dolayısıyla bu makalenin ana odağı, iki açıklayıcı örnek çözerken VIKOR yönteminin altı türünün sıralama performansını karşılaştırmaya yöneliktir. Ayrıca Spearman's rank korelasyon katsayısı değerleri kullanılarak en iyi performans gösteren VIKOR yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. VIKOR yönteminin temel kavramı, çözüm uzayındaki pozitif ve negatif ideal noktaların tanımlanmasında yatmaktadır. Çelişkili ve ölçülemez (farklı birimlere sahip nitelikler) kriterlerin varlığında, sonlu bir uygulanabilir alternatifler kümesinden sıralamaya ve seçim yapmaya odaklanır. "İdeal" çözüme "yakınlığa" dayalı olarak çok kriterli bir sıralama endeksini değerlendirir. Her alternatif, her bir kritere göre değerlendirildiğinde, ideal alternatife göreli yakınlık ölçüsü karşılaştırılarak uzlaşma sıralaması elde edilebilir. Dolayısıyla türetilmiş uzlaşma çözümü, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan olurlu bir çözümdür ve uzlaşma, alternatifler arasında yapılan karşılıklı tavizlerle kurulan anlaşma anlamına gelir. [21,22] ÇKKV problemlerini çözmede başka bir metot ise TOPSIS'dir. Hwang ve Yoon tarafından [23] tanıtılan bu yöntem, ÇKKV problemini birçok alternatifle çözmesiyle bilinir. Bu tekniğin temel konsepti, seçilen alternatifin PIS'den en küçük geometrik uzaklığa ve NIS'den en büyük geometrik uzaklığa sahip olmasıdır [24]. Günümüzde bu teknik enerji [25] tıp [24,27,28] mühendislik ve imalat sistemleri [29,30] gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin, optimum ideal çözüme dayanan ve mevcut alternatiflerden maksimum düzeyde elde edilen alternatiflerin yakınlığını

sıralamaya yardımcı olduğunu iddia etmişlerdir. En iyi alternatif birinci sıradadır ve en kötü alternatif yaklaşımları sıfırdır. Her alternatif için, en iyi yanıt uçları arasında bir ara sıralama vardır. Özdeş bir seçim kriterleri seti, göreceli hastalığın doğru ağırlıklandırılmasına izin verir. TOPSIS, m-alternatifli bir ÇKKV problemini n-boyutlu uzayda m noktalı geometrik bir sistem olarak görür [31]. Bu tekniğin temel konsepti, seçilen alternatifin PIS'den en küçük geometrik uzaklığa ve NIS'den en büyük geometrik uzaklığa sahip olmasıdır [32]. TOPSIS'i uygulamak için, ortak bir varsayım, PIS ve NIS'nin kolayca tanımlanabilmesi için kriterlerin monoton bir şekilde artması veya azalması gerektiğidir. Biz bu iki metotun Q-nötrosofik kümeler üzerindeki etkisi, esnekliği ve kullanımını uygulamalarla inceleyeceğiz. Bu metotları gerçek hayattaki problemlere uyguladık ve karşılaştırdık.

Bu tezin yapısı aşağıdaki çerçeveye göre düzenlenmiştir. Bölüm 1, BK, SBK, NK, NEK kavramları ile ÇKKV nedir ve hangi metotlar kullanılır bunlardan bahsedeceğiz. Bölüm 2'de, giriş bölümünde bahsettiğimiz kavramlarla ilgili tanımlara yer vereceğiz. Bölüm 3'te ÇKKV metotlarının algoritmasına değindik ve bir şemayla bunu açıklayacağız. Bölüm 4'te metotları daha açıklayıcı olması için bir örnek verip, uygulanabilirliğini göstereceğiz. Bölüm 5'te metotlar arasında bir karşılaştırma yapacağız. Son olarak, sonuçlar ve gelecekteki araştırmalar Bölüm 6'da yer almaktadır.

BÖLÜM II

TEMEL BİLGİLER

Tanım 2.1: [4] $\aleph$ evreni üzerindeki bir nütrosifik küme F şu şekilde tanımlanır:

$$F = \{\langle x, \mu_F(x), \eta_F(x), \vartheta_F(x) : x \in \aleph \rangle\}$$

Burada $\mu_F(x)$ üye olma değeri, $\eta_F(x)$ belirsizlik değeri, $\vartheta_F(x)$ ise üye olmama değeridir. $\mu_F(x), \eta_F(x), \vartheta_F(x)$ fonksiyonları, gerçek standart veya standart olmayan alt kümelerdir.

$$\mu_F(x), \eta_F(x), \vartheta_F(x) : \aleph \rightarrow]0,1[$$

ve

$$0 \leq \mu_F(x) + \eta_F(x) + \vartheta_F(x) \leq 3$$

Tanım 2.2: [5] X bir evrensel küme ve x, X de genel öğelere sahip noktaların bir uzayı olsun. A, x de bir tek değerli nütrosifik küme olsun. Bu tek değerli nütrosifik küme $\mu_F(x)$ üye olma değeri, $\eta_F(x)$ belirsizlik değeri, $\vartheta_F(x)$ ise üye olmama değerleri ile karakterize edilir. X deki her x noktası için $\mu_F(x), \eta_F(x), \vartheta_F(x) \in [0,1]$ dir. Buradan A tek değerli bir nütrosifik küme olarak tanımlanır.

$$A = \{\langle x, \mu_F(x), \eta_F(x), \vartheta_F(x) \rangle : x \in X, \mu_F(x), \eta_F(x), \vartheta_F(x) \in]0,1[\}$$

Tanım 2.2.1: [5] Tek değerli nütrosifik kümeler üzerinde birleşim, kesişim, kapsama ve eşitlik kavramları aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

L_1 ve L_2 TDNK üzerinde iki küme olsun:

1. L_3 ü birleştiren iki kümenin birleşimi şu şekilde yazılır:

$$L_3 = L_1 \cup L_2$$

$$\mu_{L_3}(x) = \max\{\mu_{L_1}(x), \mu_{L_2}(x)\}$$

$$\eta_{L_3}(x) = \min\{\eta_{L_1}(x), \eta_{L_2}(x)\}$$

$$\vartheta_{L_3}(x) = \min\{\vartheta_{L_1}(x), \vartheta_{L_2}(x)\}$$

2. L_4 ile gösterilen iki kümenin kesişimi şu şekilde yazılır:

$$L_4 = L_1 \cap L_2$$

$$\mu_{L_4}(x) = \min\{\mu_{L_1}(x), \mu_{L_2}(x)\}$$

$$\eta_{L_4}(x) = \max\{\eta_{L_1}(x), \eta_{L_2}(x)\}$$

$$\vartheta_{L_4}(x) = \max\{\vartheta_{L_1}(x), \vartheta_{L_2}(x)\}$$

3. $L_1 \subseteq L_2$ şeklinde gösterilen kapsama işlemi şu şekilde yazılır:

$$\mu_{L_1}(x) \leq \mu_{L_2}(x)$$

$$\eta_{L_1}(x) \geq \eta_{L_2}(x)$$

$$\vartheta_{L_1}(x) \geq \vartheta_{L_2}(x)$$

tüm $x \in X'$ ler için geçerlidir.

4. $L_1 = L_2$ şeklinde gösterilen iki kümenin eşitliği şu şekilde yazılır:

$$\mu_{L_1}(x) = \mu_{L_2}(x),$$

$$\eta_{L_1}(x) = \eta_{L_2}(x),$$

$$\vartheta_{L_1}(x) = \vartheta_{L_2}(x)$$

tüm $x \in X'$ ler için geçerlidir.

Abu Qamar ve Hassan, iki boyutlu, kesin olmayan, belirsiz verileri ele almak için Q-nötrosofik küme (Q-NK) fikrini sundular ve bu kavramı çoklu Q-nötrosofik küme ve Q-nötrosofik yumuşak kümeye genişlettiler. [14]

Tanım 2.3: [14] X bir evrensel küme ve Q boş olmayan bir küme olsun. X ve Q 'daki bir Q-nötrosofik kümesi F_Q , şu formun bir nesnesidir:

$$F_Q = \{ \langle (x, q), \mu_{F_Q}(x, q), \eta_{F_Q}(x, q), \vartheta_{F_Q}(x, q) \rangle : x \in X, q \in Q \}$$

$$0 \leq \mu_{F_Q}(x) + \eta_{F_Q}(x) + \vartheta_{F_Q}(x) \leq 3$$

Tanım 2.4: [14] $[0, 1]$ aralığında X bir evrensel küme, Q herhangi bir boş olmayan küme, l herhangi bir pozitif tamsayı ve I bir birim olsun. X ve Q 'daki bir çoklu Q -nötrosifik küme $\mathcal{F}_Q$ sıralı dizilerin bir kümesidir.

$$\mathcal{F}_Q = \{ \langle (x, q), \mu_{\mathcal{F}_{Q_i}}(x, q), \eta_{\mathcal{F}_{Q_i}}(x, q), \vartheta_{\mathcal{F}_{Q_i}}(x, q) \rangle : x \in X, q \in Q ; i = 1, 2, \dots, l \},$$

burada,

$$\mu_{\mathcal{F}_{Q_i}}, \eta_{\mathcal{F}_{Q_i}}, \vartheta_{\mathcal{F}_{Q_i}} : X \times Q \rightarrow I^l ; i = 1, 2, \dots, l$$

ve burada l , $\mathcal{F}_Q$ nin boyutu olarak adlandırılır.

Tanım 2.5: [14] X bir evrensel küme, E bir parametre kümesi ve Q boş olmayan bir küme olsun. $\delta^l QNK(X)$, $l= 1$ boyutu ile X üzerindeki tüm çoklu Q -nötrosifik kümelerin kümesini gösterebilir.

$$F_Q : A \rightarrow \delta^l QNK(X)$$

Eğer $\rho \notin A$ ise $F_Q(\rho) = \emptyset$ dir.

Tanım 2.6: $G = \{(\alpha, \beta, \gamma) \in [0,1] \times [0,1] \times [0,1] : \alpha + \beta + \gamma \leq 1\}$ olsun.

$\Phi : G \rightarrow [0,1]$ in aşağıdaki koşulları sağlayan bir eşitlik olduğunu düşünelim.

1. $\Phi(\alpha, \beta, \gamma) = 1 \Leftrightarrow \alpha + \beta + \gamma = 1$,
2. $\Phi(\alpha, \beta, \gamma) = 0 \Leftrightarrow \alpha = \beta = \gamma = 0$,
3. $\Phi(\alpha, \beta, \gamma) = \Phi(\gamma, \beta, \alpha)$
4. Eğer $\alpha_1 \leq \alpha_2, \beta_1 \leq \beta_2$ ve $\gamma_1 \leq \gamma_2$ ise, o zaman $\Phi(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1) \leq \Phi(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$ olur.

Bu koşulları sağlayan bazı örnekler:

1. $\Phi(\alpha, \beta, \gamma) = \alpha + \beta + \gamma$,
2. $\Phi(\alpha, \beta, \gamma) = (\alpha + \beta + \gamma)^k, k = 2, 3, \dots$,

BÖLÜM III Q-TEK DEĞERLİ NÖTROSOFİK KÜMELER ÜZERİNDE VIKOR İLE TOPSIS METODLARI

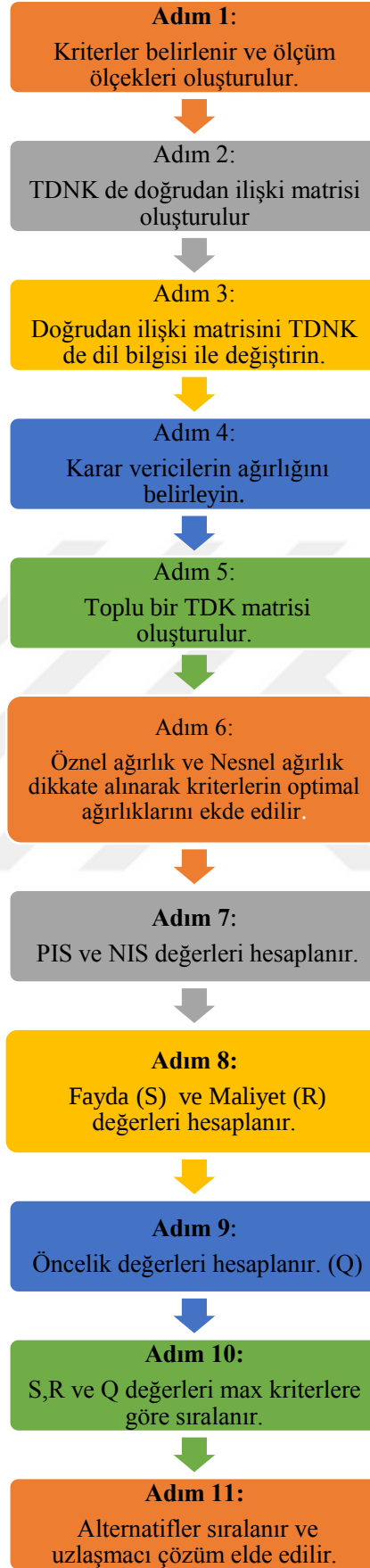
3.1 Q-Tek Değerli Nötrosofik Kümeler Üzerinde VIKOR Metodu

Çok Kriterli Karar Verme değerlendirmesi karmaşık, kesin olmayan ve zaman alıcı bir süreçtir. Ayrıca en iyi alternatifi seçmek için de önemli bir süreçtir. Karmaşık karar problemlerinde karar verme sürecini kolaylaştırmak için geçmişten günümüze birden fazla çok kriterli karar verme yöntemi önerilmiş ve geliştirilmiştir. Bu yöntemler yeni yaklaşımlar ve metodlar geliştirilerek gelişmeye ve geniş uygulama alanlarında kullanılmaya devam etmektedir. Çok kriterli karar verme yönteminden biri de VIKOR (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemidir. VIKOR yöntemi, çok kriterli karar vermede, özellikle karar vericilerin seçim yapamadığı veya tercihlerini açıklayamadığı durumlarda faydalı bir yöntemdir. VIKOR metodu, bir kişinin en iyi çözümü ve bir ÇKKV problemini Nötrosofik ortamda çözmek için kullanılabilecek uzlaşmalı bir çözümü keşfettiği rasyonel, sistematik bir karar verme sürecini sağlamak için geliştirilmiştir. VIKOR yöntemi, performans matrisinin (karar matrisi) oluşturulmasıyla başlar. VIKOR yönteminde kriterlerin göreceli önemlerinin sayısal olarak ölçülmesi ve her bir alternatifin bu kriterler açısından performansı çok önemlidir. Belirli durum ve koşullar altında insan muhakemesi genellikle belirsiz olduğundan, verileri kesin olarak belirlemek zordur. Bununla, Q-nötrosofik esnek küme, gerçek hayatta ortaya çıkan sorunları çözmek için iki boyutlu üç bağımsız üyelik fonksiyonu tarafından ifade edilen nötrosofik esnek kümenin genişletilmiş bir versiyonudur. Aynı anda iki boyutluluk ve belirsizliğin olduğu problemlerinin çoğunda görülen iki boyutlu kesin olmayan, belirsiz ve tutarsız verilerin yönleriyle başa çıkmak için yeterli bir parametreleştirme aracı sağladı. Bu nedenle, bu çalışmadaki amacımız, çok kriterli karar verme yöntemleri için yeni bir yöntem olan VIKOR yöntemini Q-nötrosofik kümeler üzerinde geliştirmektir. Bu yöntemi gerçek hayattaki bir probleme uygulayarak, yöntemin esnekliğini, etkililiğini ve uygulanabilirliğini gösterdi.

VIKOR (VIseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje) yönteminin kullanım alanları şunlardır:

1. İşletme Yönetimi: İşletmelerde, örneğin yeni bir yatırım fırsatı değerlendirilirken, bir ürün ya da hizmet seçimi yapılırken, finansal performans analizleri yapılırken VIKOR yöntemi kullanılabilir.
2. Proje Yönetimi: Proje yönetimi aşamasında, projenin hedefleri ve kriterleri belirlenerek, bu kriterlere göre projelerin karşılaştırılması yapılabilir.
3. Pazar Araştırmaları: Pazar araştırmalarında müşteri tercihleri ve beklentileri gibi kriterlerin belirlenmesi ve karşılaştırılması için VIKOR yöntemi kullanılabilir.
4. Üretim Yönetimi: Üretim yönetimi aşamasında, ürün ve süreçlerin karşılaştırılması ve iyileştirilmesi için VIKOR yöntemi kullanılabilir.
5. Çevre Yönetimi: Çevre yönetimi aşamasında, çevresel etki değerlendirme raporlarında çevresel kriterlerin belirlenmesi ve çevre dostu ürünlerin seçimi için VIKOR yöntemi kullanılabilir.
6. İnsan Kaynakları Yönetimi: İnsan kaynakları yönetimi aşamasında, personel performansı değerlendirme ve terfi sürecinde VIKOR yöntemi kullanılabilir.
7. Eğitim Yönetimi: Eğitim yönetimi aşamasında, eğitim programlarının planlanması ve değerlendirilmesi için VIKOR yöntemi kullanılabilir.
8. Sağlık Yönetimi: Sağlık yönetimi aşamasında, hastane performansı ve hizmet kalitesinin değerlendirilmesi için VIKOR yöntemi kullanılabilir.

VIKOR yöntemi, özellikle karar vericilerin çok sayıda kriteri dikkate alarak optimal bir çözüm bulmasını kolaylaştırmaktadır. Şekil 3.1 de Tek Değerli Nötrosifik Kümeler de ÇKKV problemlerinde VIKOR metodunun aşamaları anlatılmıştır.



Şekil 3.1 VIKOR Metodunun Kullanımı

Şekil 3.1'e göre VIKOR 11 adımdan oluşmaktadır. VIKOR u diğer yöntemlerden ayıran yönü iki tür optimal kriter ağırlığı vardır bunlar öznel ve nesnel ağırlıklardır.

$D^{(k)}$ karar vericilerden oluşan bir küme olsun, burada $k = 1, 2, \dots, p$. A_i alternatifleri temsil eder burada $i = 1, 2, \dots, m$ ve C_j kriterleri temsil eder $j = 1, 2, \dots, n$. Kriterler maliyet kriteri ve fayda kriteri olarak sınıflandırılır.

ALGORİTMA

Adım 1: Kriterler tanımlanır ve ölçüm ölçekleri oluşturulur.

Adım 2: TDNK ile Doğrudan İlişki Matrisi kurulur. Aşağıdaki gibi Tek Değerli Nötrosofik Karar matrisi $[R_{ij}]_{m \times n}$, ($i = 1, 2, \dots, k$ ve $j = 1, 2, \dots, p$) elde edeceğiz:

$$[R_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{m1} & R_{m2} & \dots & R_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

burada $R_{ij} = \langle (x_{ij} q_{ij}) : (\mu_{ij}, \eta_{ij}, \vartheta_{ij}) \rangle$

Adım 3: Doğrudan İlişki Matrisi dil bilgileriyle değiştirilir.

Adım 4: Karar vericilerin ağırlıkları belirlenir. Karar vericilerin ağırlıkları aşağıdaki formül ile elde edilebilir:

$$\varpi_{k x_{ij} q_{ij}} = \frac{\mu_{k x_{ij} q_{ij}} + \eta_{k x_{ij} q_{ij}} \left(\frac{\mu_{k x_{ij} q_{ij}}}{\mu_{k x_{ij} q_{ij}} + \vartheta_{k x_{ij} q_{ij}}} \right)}{\sum_{k=1}^p (\mu_{k x_{ij} q_{ij}} + \eta_{k x_{ij} q_{ij}} \left(\frac{\mu_{k x_{ij} q_{ij}}}{\mu_{k x_{ij} q_{ij}} + \vartheta_{k x_{ij} q_{ij}}} \right))} ;$$

$$\varpi_{k x_{ij} q_{ij}} \geq 0 ,$$

$$\sum_{k=1}^p \varpi_{k x_{ij} q_{ij}} = 1$$

μ : doğruluk – üyelik fonksiyonunu temsil eder

η : belirsizlik – üyelik fonksiyonunu temsil eder

ϑ : yanlışlık – üye olmama fonksiyonunu temsil eder

Adım 5: Birleştirilmiş Tek Değerli Nötrosofik Karar matrisi oluşturulur

$\mathcal{N}^{(k)} = (\mathcal{N}_{ij}^{(k)})_{m \times n}$ k. Karar vericinin tek değerli bir karar matrisi olsun Q- Tek Değerli Nötrosofik ağırlık operatörü $\mathcal{N}$ ' nin tüm bireysel karar matrislerini toplamak için kullanılır.

$\mathcal{N}^{(k)} = (\mathcal{N}_{ij}^{(k)})_{m \times n}$, $k = 1, 2, \dots, p$, $i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$.

$$d_{ij} = SNWA(d_{ij}^{(1)}, d_{ij}^{(2)}, \dots, d_{ij}^{(p)})$$

$$= (1 - \prod_{k=1}^p (1 - \mu_{x_{ij}q_{ij}}^{(k)})^{\frac{1}{p}})^{\frac{1}{p}}, \prod_{k=1}^p (1 - \eta_{x_{ij}q_{ij}}^{(k)})^{\frac{1}{p}}, \prod_{k=1}^p (1 - \vartheta_{x_{ij}q_{ij}}^{(k)})^{\frac{1}{p}}$$

Toplu karar matrisi D aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\mathcal{N} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix}$$

Burada d_{ij} ler,

$$d_{ij} = \langle (x_{ij}q_{ij}): (\mu_{ij}, \eta_{ij}, \vartheta_{ij}) \rangle$$

şeklindedir.

Adım 6: Kriterin optimal ağırlıkları elde edilir.

Bu bölümde subjektif olan ve dikkate alınması gereken iki tür ağırlık vardır. Bunlar:

1.Öznel Ağırlık

Alternatiflerin her bir kritere göre derecelendirilmesi, karar vericiler aracılığıyla toplanmaktadır. Alternatiflere karşılık gelen kriterlerin önem ağırlıkları aşağıdaki gibi dilsel derecelendirme ölçeği kullanılarak belirlenir.

<i>DİLSEL TERİMLER</i>	<i>ETKİ PUANI</i>	<i>TDNK</i>
ÇOK DÜŞÜK	1	(0,0,0.1)
DÜŞÜK	2	(0,0.1,0.3)
ORTA DÜŞÜK	3	(0.1,0.3,0.5)
ORTA	4	(0.3,0.5,0.7)
ORTA YÜKSEK	5	(0.5,0.7,0.9)
YÜKSEK	6	(0.7,0.9,1)
ÇOK YÜKSEK	7	(0.9,1,1)

Kriter ağırlığının denklem kullanılarak elde edildiğini düşünürsek:

$$w_j = SVNSWA(w_j^1, w_j^2, \dots, w_j^l)$$
$$= (1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{x_{ij}q_{ij}}^{(k)})^{\psi_k}, \prod_{k=1}^p (\eta_{x_{ij}q_{ij}}^{(k)})^{\psi_k}, \prod_{k=1}^p (\vartheta_{x_{ij}q_{ij}}^{(k)})^{\psi_k})$$

$$j = 1, 2, \dots, n \text{ ve } w_j = (\mu_j, \eta_j, \vartheta_j)$$

Her kriterin subjektif ağırlığı aşağıdaki formül kullanılarak elde edilir.

$$w_j^s = \mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}} + \eta_{k_{x_{ij}q_{ij}}} \left(\frac{\mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}}}{\mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}} + \vartheta_{k_{x_{ij}q_{ij}}}} \right) \left[-\left(\frac{1}{\ln m}\right) \sum_{i=1}^m \mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}} + \eta_{k_{x_{ij}q_{ij}}} \left(\frac{\mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}}}{\mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}} + \vartheta_{k_{x_{ij}q_{ij}}}} \right) \right]^{-1}$$

$$j = 1, 2, \dots, n \text{ ve } \sum_{j=1}^n w_j^s = 1.$$

2. Objektif Ağırlık

Değerlendirme kriteri aşağıdaki eşitlik kullanılarak normalize edilir.

$$P_{x_{ij}q_{ij}} = \frac{R_{x_{ij}q_{ij}}}{\sum_{i=1}^m R_{x_{ij}q_{ij}}}$$

Burada $P_{x_{ij}q_{ij}}$, j kriterinin tahmin edilen sonucudur.

Daha sonra, j kriterinin öngörülen sonuçları entropi kümesi E_j hesaplanır.

$$E_j = -\left(\frac{1}{\ln m}\right) \sum_{i=1}^m P_{x_{ij}q_{ij}} \ln P_{x_{ij}q_{ij}}$$

Burada m kriter sayısıdır ve $0 \leq E_j \leq 1$.

Bundan sonra kriterlerin objektif ağırlıklarını elde etmek için j kriterinin bilgilerinin sapma derecesi olan ıraksamanın div_j tanımlanması gerekir.

$$div_j = 1 - E_j$$

Bu kriterin sapma derecesi ne kadar büyükse, kriter karar verme sürecinde o kadar önemlidir. Son olarak aşağıdaki eşitlik kullanılarak objektif ağırlıklar elde edilebilir.

$$w_j^o = \frac{div_j}{\sum_{j=1}^n div_j}$$

Adım 7: Pozitif ideal çözümün (PIS) nütrosofik değerleri $f_j^+ = \langle (x_j q_j): (\mu_j^+, \eta_j^+, \vartheta_j^+) \rangle$ ve Negatif ideal çözümün (NIS) nütrosofik değerleri $f_j^- = \langle (x_j q_j): (\mu_j^-, \eta_j^-, \vartheta_j^-) \rangle$ hesaplanır, $j = 1, 2, \dots, n$.

$$f_j^- = \left\{ \begin{array}{l} \min R_{ij} , \text{Fayda Kriteri} \\ \max R_{ij} , \text{Maliyet Kriteri} \end{array} \right\}$$

$$f_j^+ = \left\{ \begin{array}{l} \max R_{ij} , \text{Fayda Kriteri} \\ \min R_{ij} , \text{Maliyet Kriteri} \end{array} \right\};$$

$$j = 1, 2, \dots, n.$$

Adım 8: Alternatif için fayda ölçüsünü (S_i) ve pişmanlık ölçüsünü (R_i) aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j \|f_j^+ - f_{1j}\|}{\|f_j^+ - f_j^-\|}, i = 1, 2, \dots, m$$

$$R_i = \max \left\{ \frac{w_j \|f_j^+ - f_{1j}\|}{\|f_j^+ - f_j^-\|} \right\} i = 1, 2, \dots, m$$

Burada w_j , her bir kriter için kombinasyonun ağırlığını gösterir.

$$w_j = v w_j^s + (1 - v) \frac{(R_i - R^+)}{(R^- - R^+)}$$

Burada v , subjektif ağırlıklar ile objektif ağırlıklar arasındaki göreceli önemi ifade eder. 0'dan 1'e kadar herhangi bir değerde alınabilir ancak genellikle 0.5 olarak ayarlanır.

Adım 9: Öncelik değerini $Q_i, i = 1, 2, \dots, m$ aşağıdaki formül kullanarak hesaplanır.

$$Q_i = v \frac{(S_i - S^+)}{(S^- - S^+)} + (1 - v) \frac{(R_i - R^+)}{(R^- - R^+)}$$

$$S^+ = \min S_i, S^- = \max S_j$$

$$R^+ = \min R_i, R^- = \max R_j$$

v , kriterlerin çoğunluğunun stratejisinin ağırlığını gösterir ve genellikle 0.5 olarak kabul edilir.

Adım 10: S_i, R_i ve Q_i değerlerini maksimum kritere göre sıralayın. Sıralama sonuçlarını azalan alternatiflere göre sıralayın.

Adım 11: Alternatifleri sıralayın ve uzlaşmacı çözümü bulun.

Q' nun minimum değerinde en iyi alternatif $A^{(1)}$ (en üstteki alternatif) aşağıdaki 2 koşulu karşılamalı.

Koşul 1: Kabul edilebilir avantajlar

$$Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq \frac{1}{m-1}$$

Burada $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$, Q_i de en iyi iki alternatiftir.

Koşul 2: Kabul Edilebilir Durum

En iyi alternatifler, S_i ve R_i ye göre en iyi şekilde sıralanmış olmalıdır.

Yukarıdaki koşullardan biri sağlanmazsa bir dizi uzlaşmacı çözüm önerilmiştir:

1. $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$ alternatiflerin de sadece kararlılık şartı sağlanmıyorsa kabul edilebilir;
2. $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(u)}$ alternatifleri avantaj koşulu sağlanmıyorsa kabul edilir. $A^{(u)}$ maksimumu için $Q(A^{(u)}) - Q(A^{(1)}) \geq \frac{1}{m-1}$ formülü ile belirlenir (bu alternatiflerin konumları birbirine yakındır.)

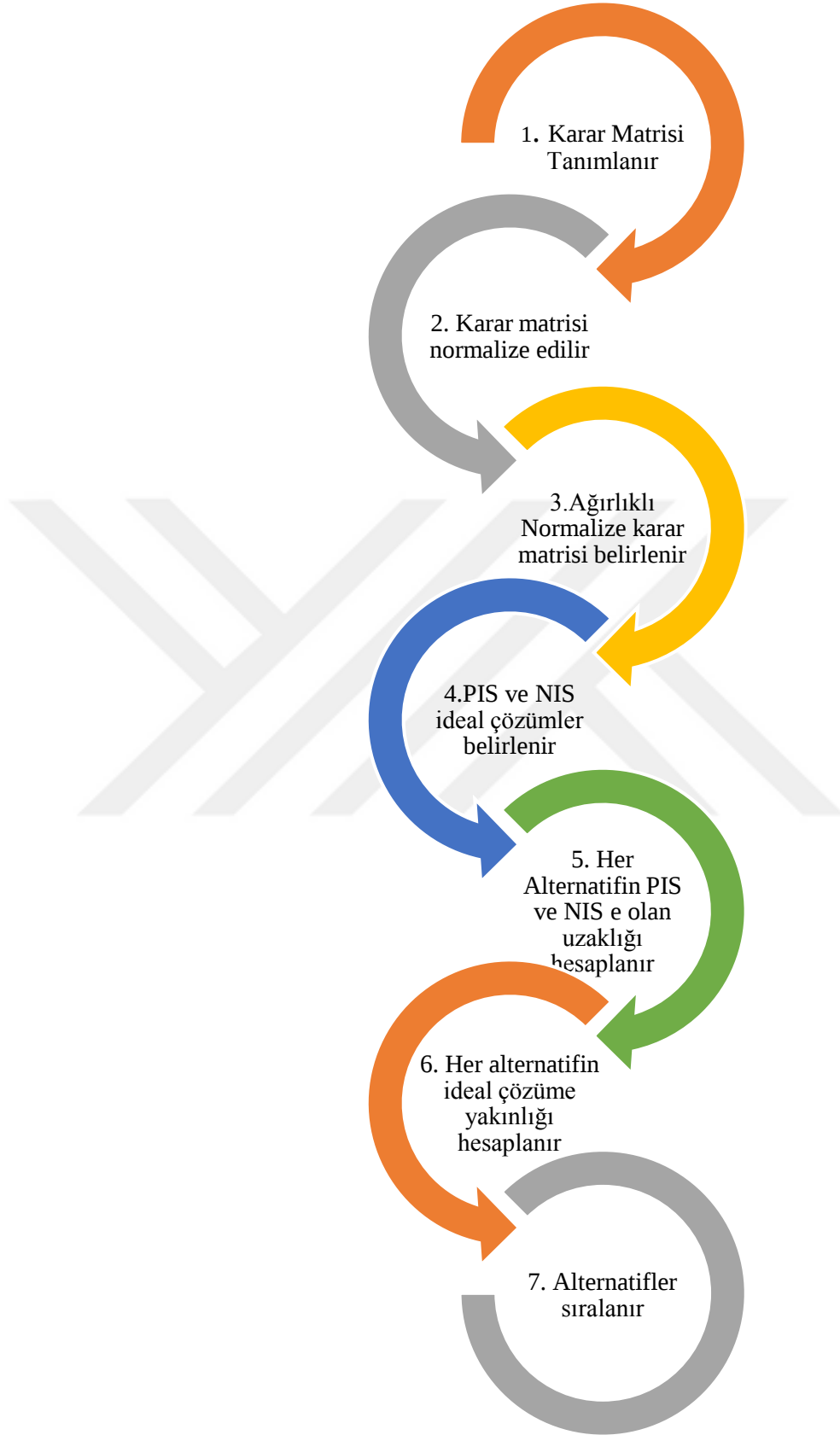
3.2 Q-Tek Değerli Nötrosifik Kümeler Üzerinde TOPSIS Metodu

TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sırası Tekniği) yöntemi, bir dizi kritere dayalı olarak bir dizi alternatifi değerlendirmek ve sıralamak için kullanılan çok kriterli bir karar verme (ÇKKV) tekniğidir. TOPSIS yöntemi, kullanımının basit olması ve alternatiflerin açık ve anlaşılır bir şekilde sıralanmasını sağlaması nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir ÇKKV tekniğidir.

TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Bu yöntem aşağıdaki gibi kullanım alanlarına sahiptir:

1. İşletme Yönetimi: İşletmelerde, örneğin yeni bir yatırım fırsatı değerlendirilirken, bir ürün ya da hizmet seçimi yapılırken, finansal performans analizleri yapılırken TOPSIS yöntemi kullanılabilir.
2. Proje Yönetimi: Proje yönetimi aşamasında projenin hedefleri ve kriterleri belirlenerek, bu kriterlere göre projelerin karşılaştırılması yapılabilir.
3. Pazar Araştırmaları: Pazar araştırmalarında müşteri tercihleri ve beklentileri gibi kriterlerin belirlenmesi ve karşılaştırılması için TOPSIS yöntemi kullanılabilir.
4. Üretim Yönetimi: Üretim yönetimi aşamasında, ürün ve süreçlerin karşılaştırılması ve iyileştirilmesi için TOPSIS yöntemi kullanılabilir.
5. Çevre Yönetimi: Çevre yönetimi aşamasında, çevresel etki değerlendirme raporlarında çevresel kriterlerin belirlenmesi ve çevre dostu ürünlerin seçimi için TOPSIS yöntemi kullanılabilir.
6. İnsan Kaynakları Yönetimi: İnsan kaynakları yönetimi aşamasında, personel performansı değerlendirme ve terfi sürecinde TOPSIS yöntemi kullanılabilir.
7. Eğitim Yönetimi: Eğitim yönetimi aşamasında, eğitim programlarının planlanması ve değerlendirilmesi için TOPSIS yöntemi kullanılabilir.
8. Sağlık Yönetimi: Sağlık yönetimi aşamasında, hastane performansı ve hizmet kalitesinin değerlendirilmesi için TOPSIS yöntemi kullanılabilir.

Şekil 3.2 de Tek Değerli Nötrosifik Kümeler de ÇKKV problemlerinde TOPSIS metodunun aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 3.2 TOPSIS Metodunun Kullanımı

ALGORİTMA

Adım 1: Karar matrisini tanımlanır. Karar matrisi, satırlarda değerlendirilecek alternatifleri ve sütunlarda değerlendirme için kullanılan kriterleri listeleyen bir tablodur. Aşağıdaki gibi Tek Değerli Nötrosofik Karar matrisi

$[R_{ij}]_{m \times n}$, ($i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$) elde edeceğiz:

$$[R_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{m1} & R_{m2} & \dots & R_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

burada $R_{ij} = \langle (x_{ij}q_{ij}): (\mu_{ij}, \eta_{ij}, \vartheta_{ij}) \rangle$

Adım 2. Karar matrisi normalleştirilir. Kriterlerin aynı ölçekte olmasını sağlamak için karar matrisi normalleştirilir.

Normalleştirilmiş değer ($r_{x_{ij}q_{ij}}$) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$r_{x_{ij}q_{ij}} = \frac{a_{x_{ij}q_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (a_{x_{ij}q_{ij}})^2}}, i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n$$

Adım 3. Ağırlıklı normalize karar matrisi belirlenir. Ağırlıklı normalize karar matrisi, normalize karar matrisinin her bir ögesinin karşılık gelen ağırlıkla çarpılmasıyla elde edilir. Ağırlıklar, her bir kriterin önemine göre belirlenir.

$$n_{x_{ij}q_{ij}} = w_j \times r_{x_{ij}q_{ij}}, i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n$$

Adım 4. Pozitif (PIS) ve negatif (NIS) ideal çözümleri belirlenir. Pozitif ideal çözüm mümkün olan en iyi alternatifi, negatif ideal çözüm ise mümkün olan en kötü alternatifi temsil eder. Bu çözümler, her bir kriter için maksimum ve minimum değerler bulunarak belirlenir.

$$PIS = \{n_1^+, n_2^+, \dots, n_j^+\} \text{ burada } v_j^+ = \begin{cases} \max(n_{x_{ij}q_{ij}}, i = 1, \dots, m), j \in B \\ \min(n_{x_{ij}q_{ij}}, i = 1, \dots, m), j \in C \end{cases}$$

$$NIS = \{n_1^-, n_2^-, \dots, n_j^-\} \text{ burada } v_j^- = \begin{cases} \min(n_{x_{ij}q_{ij}}, i = 1, \dots, m), j \in B \\ \max(n_{x_{ij}q_{ij}}, i = 1, \dots, m), j \in C \end{cases}$$

Adım 5. Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklığı hesaplanır. Her alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan mesafesi, Öklid mesafesi veya Manhattan mesafesi gibi bir mesafe ölçüsü kullanılarak hesaplanır.

$$S_{x_{ij}q_{ij}}^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m$$

Benzer şekilde negatif ideal çözüme olan mesafe de aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$S_{x_{ij}q_{ij}}^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m$$

Adım 6. Her alternatifin ideal çözüme yakınlığı hesaplanır. Her alternatifin ideal çözüme göreli yakınlığı, negatif ideal çözüme olan mesafenin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan mesafelerin toplamına oranı olarak hesaplanır.

$$CC_{x_{ij}q_{ij}} = \frac{S_{x_{ij}q_{ij}}^-}{S_{x_{ij}q_{ij}}^+ + S_{x_{ij}q_{ij}}^-}, i = 1, 2, \dots, m$$

Adım 7. Alternatifleri sıralanır. Alternatifler, ideal çözüme göreceli yakınlıklarına göre sıralanır ve göreceli olarak en yüksek yakınlığa sahip olan alternatif ilk sırada yer alır.

TOPSIS yöntemi, çok kriterli karar verme problemlerinde mühendislik, yönetim ve finans gibi çeşitli alanlarda kullanışlıdır.

BÖLÜM IV

UYGULAMALAR

4.1 Q-Tek Değerli Nötrosifik Kümeler Üzerinde VIKOR Metodu

SAYISAL ÖRNEK

VIKOR yöntemini kullanarak bu yöntemin ÇKKV sonuca etkisini görmek amacıyla, bir şirket, yeni bir tedarikçi seçme kararı vermek istiyor ve bu kararı verirken fiyat (K1), kalite (K2), firmaya ödeme konusunda esneklik sağlama (K3) ve teslimat süresinin hızlı olması (K4) gibi dört farklı kriteri dikkate alacaktır. Şirket, 3 farklı tedarikçi üzerinde değerlendirme yapacaktır. Şirket bu kararı genel müdür, satış müdürü ve muhasebe ile verecektir (KV1, KV2, KV3). Burada fiyat maliyet kriteri olurken; kalite, firmaya ödeme konusunda esneklik sağlama ve teslimat süresinin hızı fayda kriteri olarak değerlendirilmiştir.

Adım 1: Kriterler tanımlanır ve ölçüm ölçeklerini oluşturulur. 3 farklı karar vericinin (DM1, DM2, DM3) bakış açılarını derleyerek ailesiyle görüşen öğrenci karar vericilerin maliyet ve faydayı göz önünde bulundurarak dikkatle seçmiştir. Tablo 1 ve 2 karar vericilerin kriterlerin öneminin ağırlığına ve alternatiflerinin kriterlere göre değerlendirmesine ilişkin bakış açılarını açıklamaktadır.

Tablo 4.1 Üç karar vericinin kriterlerin önemi üzerindeki etki puanı

	K1	K2	K3	K4
KV1	5	6	5	4
KV2	6	6	6	4
KV3	6	5	6	4

Tablo 4.2 Alternatiflerinin kriterlere göre değerlendirilmesine ilişkin derecelendirme

		K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	KV1	6	6	1	3
	KV2	3	4	2	2
	KV3	5	6	1	3
$A_{x_1q_2}$	KV1	6	6	7	7
	KV2	6	6	5	7
	KV3	6	6	6	7
$A_{x_1q_3}$	KV1	3	4	5	4
	KV2	3	3	4	6
	KV3	3	5	4	4

Adım 2 ve Adım 3: Tek Değerli Nötrosofik Kümede Doğrudan İlişki Matrisi Oluşturulur. TDNK' lerin Dil İfadeleri, TDNK Doğrudan İlişki Matrisini oluşturmak için tablo 4.3'te değiştirilir (bkz. Tablo 4.3).

Tablo 4.3 TDNK Doğrudan İlişki Matrisi

		K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	KV1	0.7	0.7	0	0.1
		0.9	0.9	0	0.3
		1	1	0.1	0.5
	KV2	0.1	0.3	0	0
		0.3	0.5	0.1	0.1
		0.5	0.7	0.3	0.3
		0.5	0.7	0	0.1

	KV3	0.7	0.9	0	0.3
		0.9	1	0.1	0.5
$A_{x_1q_2}$	KV1	0.7	0.7	0.9	0.9
		0.9	0.9	1	1
		1	1	1	1
	KV2	0.7	0.7	0.5	0.9
		0.9	0.9	0.7	1
		1	1	0.9	1
	KV3	0.7	0.7	0.7	0.9
		0.9	0.9	0.9	1
		1	1	1	1
$A_{x_1q_3}$	KV1	0.1	0.3	0.5	0.3
		0.3	0.5	0.7	0.5
		0.5	0.7	0.9	0.7
	KV2	0.1	0.1	0.3	0.7
		0.3	0.3	0.5	0.9
		0.5	0.5	0.7	1
	KV3	0.1	0.5	0.3	0.3
		0.3	0.7	0.5	0.5
		0.5	0.9	0.7	0.7

Adım 4: Karar vericilerin ağırlıklarını belirlenir. Karar vericilerin ağırlıkları, aşağıdaki denklem ile elde edilir:

$$\mu_k + \eta_k \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + \vartheta_k} \right)$$

$$OY: 0.5 + .07 \left(\frac{0.5}{0.5 + 0.9} \right) = 0.85$$

$$OY: 0.5 + .07 \left(\frac{0.5}{0.5 + 0.9} \right) = 0.85$$

$$O: 0.3 + .05 \left(\frac{0.3}{0.3 + 0.7} \right) = 0.45$$

$$\sum_{k=1}^p (\mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}} + \eta_{k_{x_{ij}q_{ij}}} \left(\frac{\mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}}}{\mu_{k_{x_{ij}q_{ij}}} + \vartheta_{k_{x_{ij}q_{ij}}}} \right)) = 0.85 + 0.85 + 0.45 = 2.15$$

$$DM1 = \frac{0.85}{2.15} = 0.3953, DM2 = \frac{0.85}{2.15} = 0.3953, DM3 = \frac{0.45}{2.15} = 0.2094$$

Adım 5: Toplu bir TDN karar matrisi oluşturulur. Karar vericilerin önem ağırlıkları Tablo 4.4'te gösterilmektedir.

Tablo 4.4 Karar vericilerin önem ağırlığı

	Dilsel Veriler	Etki Puanı	Ağırlığı
KV1	Orta Yüksek	(0.5,0.7,0.9)	0.85
KV2	Orta Yüksek	(0.5,0.7,0.9)	0.85
KV3	Orta	(0.3,0.5,0.7)	0.45

Tüm karar vericilerin ağırlığını bir araya getirmek için, SNWA operatörü [33] uygulanır.

$$\mu_{1,1} = 1 - ((1 - 0.7)^{0.3953} \times (1 - 0.1)^{0.3953} \times (1 - 0.5)^{0.2094}) = 0.4845$$

$$\eta_{1,1} = 0.9^{0.3953} \times 0.3^{0.3953} \times 0.7^{0.2094} = 0.5530$$

$$\vartheta_{1,1} = 1^{0.3953} \times 0.5^{0.3953} \times 0.9^{0.2094} = 0.7437$$

Geri kalan hesaplamalar benzer şekilde hesaplanır. Toplu TDNK matrisinin ayrıntılı hesaplaması Tablo 4.5'da gösterilmektedir.

Tablo 4.5 Toplu TDNK matrisi

	K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	0.4845	0.5806	0	0.0617
	0.5530	0.7134	0	0
	0.7437	0.2158	0.1543	0.4085
$A_{x_1q_2}$	0.7	0.7	0.7621	0.9
	0.9	0.9	0.8495	1
	1	1	0.9592	1
$A_{x_1q_3}$	0.1	0.2794	0.3871	0.4992
	0.3	0.4384	0.5711	0.6307
	0.5	0.6459	0.7731	0.3243

Adım 6: Kriterin optimal ağırlığı elde edilir. Kriterin toplu sübjektif ağırlığı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu_{1,1} = 1 - ((1 - 0.5)^{0.3953} \times (1 - 0.7)^{0.3953} \times (1 - 0.7)^{0.2094}) = 0.6328$$

$$\eta_{1,1} = 0.7^{0.3953} \times 0.9^{0.3953} \times 0.9^{0.2094} = 0.8148$$

$$\vartheta_{1,1} = 0.9^{0.3953} \times 1^{0.3953} \times 1^{0.2094} = 0.9592$$

Toplu sübjektif ağırlık hesaplamasının sonucu Tablo 4.6'da gösterilmektedir.

Tablo 4.6 Toplu sübjektif ağırlık

	μ	η	ϑ
K1	0.6328	0.8148	0.9592
K2	0.6661	0.8538	0.1584
K3	0.8456	0.8148	0.9592

K4	0.3	0.5	0.7
-----------	-----	-----	-----

Kriterin subjektif ağırlığı aşağıdaki hesaplanır ve sunulur:

$$\mu_{kx_{ij}q_{ij}} + \eta_{kx_{ij}q_{ij}} \left(\frac{\mu_{kx_{ij}q_{ij}}}{\mu_{kx_{ij}q_{ij}} + \vartheta_{kx_{ij}q_{ij}}} \right)$$

$$C1= 0.9566, C2=1.3358, C3= 1.2273, C4= 0.18$$

$$\sum_{k=1}^n (\mu_{kx_{ij}q_{ij}} + \eta_{kx_{ij}q_{ij}} \left(\frac{\mu_{kx_{ij}q_{ij}}}{\mu_{kx_{ij}q_{ij}} + \vartheta_{kx_{ij}q_{ij}}} \right)) = 3.7197$$

$$w_1^s = \frac{0.9566}{3.7197} = 0.257$$

$$w_2^s = \frac{1.3558}{3.7197} = 0.3664$$

$$w_3^s = \frac{1.2273}{3.7197} = 0.3299$$

$$w_4^s = \frac{0.18}{3.7197} = 0.0483$$

$$s(x_{ij}) = \frac{2 + \mu_{ij} - \eta_{ij} - \vartheta_{ij}}{3}$$

$$s(x_{11}) = \frac{2 + 0.4845 - 0.5530 - 0.7437}{3} = 0.3959$$

Toplu net matris Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7 Toplu net matris

	K1	K2	K3	K4
A_{x₁q₁}	0.3959	0.5504	0.6152	0.5510

$A_{x_1q_2}$	0.2666	0.2666	0.3178	0.3
$A_{x_1q_3}$	0.4333	0.3983	0.3476	0.5147

Daha sonra, kriter değeri değerlendirilmesi aşağıdaki gibi normalize edilir.

$$P_{11} = \frac{0.3959}{0.3959 + 0.2666 + 0.4333} = 0.3612$$

$$P_{21} = \frac{0.2666}{0.3959 + 0.2666 + 0.4333} = 0.2432$$

$$P_{31} = \frac{0.4333}{0.3959 + 0.2666 + 0.4333} = 0.3954$$

$$P_{12} = 0.4528$$

$$P_{22} = 0.2193$$

$$P_{23} = 0.3277$$

$$P_{13} = 0.4803$$

$$P_{23} = 0.2481$$

$$P_{33} = 0.2714$$

$$P_{14} = 0.4034$$

$$P_{24} = 0.2196$$

$$P_{34} = 0.3768$$

Sonra, entropi E_j hesaplanır.

$$\ln P_{x_{ij}q_{ij}}:$$

$$\ln P_{11} = -1.01832$$

$$\ln P_{21} = -1.4114$$

$$\ln P_{31} = -0.9278$$

$$\ln P_{12} = -0.7923$$

$$\ln P_{22} = -1.5173$$

$$\ln P_{23} = -1.1156$$

$$\ln P_{13} = -0.7333$$

$$\ln P_{23} = -1.3939$$

$$\ln P_{33} = -1.3041$$

$$\ln P_{14} = -0.9078$$

$$\ln P_{24} = -1.5159$$

$$\ln P_{34} = -0.9769$$

$$\sum_{i=1}^m P_{x_i q_j} \ln P_{x_i q_j} = (0.3612 \times -1.01832) + (0.2432 \times -1.4114) \\ + (0.3954 \times -0.9278)$$

$$= -1.07792$$

$$\therefore E_1 = -\left(\frac{1}{\ln 3}\right)(-1.07792) = 0.9811$$

$$\therefore E_2 = 0.9621$$

$$\therefore E_3 = 0.95753$$

$$\therefore E_4 = 0.97108$$

Bundan sonra, uzaklık değeri hesaplanır.

$$div_1 = 1 - 0.9811 = 0.0189$$

$$div_2 = 0.0378$$

$$div_3 = 0.0424$$

$$div_4 = 0.0289$$

$$\sum_{j=1}^n div_j = 0.0189 + 0.0378 + 0.0424 + 0.0289 = 0.128$$

Objektif ağırlıklar hesaplanır.

$$w_1^o = \frac{div_1}{\sum div_j} = \frac{0.0189}{0.128} = 0.1476$$

$$w_2^o = 0.2953$$

$$w_3^o = 0.3312$$

$$w_4^o = 0.2257$$

Geri kalan objektif ağırlıklar benzer şekilde hesaplanır. Hesaplanan objektif ağırlık ve sübjektif ağırlık sonuçları Tablo 4.8'de gösterilmektedir.

Tablo 4.8 Kriterlerin objektif ağırlığı ve sübjektif ağırlığı

	Subjektif Ağırlık	Objektif Ağırlık
K1	0.2571	0.1476
K2	0.3644	0.2953
K3	0.3299	0.3312
K4	0.0483	0.2257

Her bir kriter için sübjektif ağırlığın sonucuna göre eğitimin (K3) en önemli kriter olduğunu ve karar vericilere göre iş bulma imkanının (K4) en önemsiz kriter olduğu görülür. Kriterlerin objektif ağırlıkların analizine göre ise eğitimin (K3) yine en önemli kriter ve ulaşımın (K1) en önemsiz kriter olduğunu gördük.

Adım 7: Pozitif İdeal Çözümün (PIS) ve Negatif İdeal Çözümün (NIS) nütrosifik değeri belirlenir. Fayda ve Maliyet kriterleri belirlenir.

Fayda kriterleri; Yerleşim (K2), Eğitim (K3) ve İş bulma imkanı (K4) olarak belirlenir diğer yandan Maliyet kriterleri; Ulaşım (K1) olarak bulunur.

Tablo 4.8'deki PIS ve NIS, sırasıyla elde edilir. Tüm kriterlerin PIS ve NIS değerleri Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9 Tüm kriterlerin PIS ve NIS' si

	PIS	NIS
K1	0.2666	0.4333
K2	0.5504	0.2666
K3	0.6152	0.3178
K4	0.5510	0.3

Adım 8: Alternatif için fayda ölçüsü ($S_{x_{ij}q_{ij}}$) ve pişmanlık ölçüsü ($R_{x_{ij}q_{ij}}$) hesaplanır.

$$\nu = 0.5$$

$$w_{c1} = (0.5) \times (0.2571) + (1 - 0.5) \times 0.1476 = 0.2023$$

$$w_{c2} = 0.3298$$

$$w_{c3} = 0.3305$$

$$w_{c4} = 0.137$$

Sonra,

$$S_{11} = \frac{w_{c1} \|f_1^+ - f_{11}\|}{\|f_1^+ - f_1^-\|} = \frac{\|0.2023(0.2666 - 0.3959)\|}{\|0.2666 - 0.4333\|} = 0.1569$$

$$S_{21} = 0$$

$$S_{31} = 0.2023$$

$$S_{12} = 0$$

$$S_{13} = 0$$

$$S_{14} = 0$$

$$S_{22} = 0.3298$$

$$S_{24} = 0.137$$

$$S_{32} = 0.1767$$

$$S_{34} = 0.0198$$

$$S_{23} = 0.3305$$

$$S_{33} = 0.2973$$

$$S_{41} = 0$$

$$S_{42} = 0.137$$

$$S_{43} = 0.01981$$

$$S_{44} = 0.30074$$

Buradan,

$$S_{A1} = 0.1569 + 0 + 0 + 0 = 0.1519$$

$$S_{A2} = 0.7973$$

$$S_{A3} = 0.6961$$

$$S_{A4} = 0.45755$$

ve

$$R_{x_{ij}q_{ij}} = \max \left\{ \frac{w_{c1} \|f_1^+ - f_{11}\|}{\|f_1^+ - f_1^-\|} \right\}$$

Kullanılarak $R_{x_{ij}q_{ij}}$ değerleri bulunarak tablolaştırılır.

Tablo 4.10 $S_{x_{ij}q_{ij}}$ ve $R_{x_{ij}q_{ij}}$ değerleri

	$S_{x_{ij}q_{ij}}$	$R_{x_{ij}q_{ij}}$
K1	0.1569	0.1569
K2	0.7973	0.3305
K3	0.6961	0.2973
K4	0.45775	0.30074

Adım 9: Öncelik değerini hesaplanır.

$$S_{x_{ij}q_{ij}}^+ min = 0.1569$$

$$R_{x_{ij}q_{ij}}^+ min = 0.1569$$

$$S_{x_{ij}q_{ij}}^- max = 0.7973$$

$$R_{x_{ij}q_{ij}}^- max = 0.3305$$

$$Q_{x_{ij}q_{ij}} = v \frac{(S_{x_{ij}q_{ij}} - S^+)}{(S^- - S^+)} + (1 - v) \frac{(R_{x_{ij}q_{ij}} - R^+)}{(R^- - R^+)}$$

$$Q_{A1} = 0.5 \frac{(0.1569 - 0.1569)}{(0.7973 - 0.1569)} + (1 - 0.5) \frac{(0.1569 - 0.1569)}{(0.3305 - 0.1569)} = 0$$

Aynı şekilde diğer değerler hesaplanır,

$$Q_{A2} = 1$$

$$Q_{A3} = 0.8253$$

$$Q_{A4} = 0.6490$$

Adım 10: $S_{x_{ij}q_{ij}}$, $R_{x_{ij}q_{ij}}$ ve $Q_{x_{ij}q_{ij}}$ maksimum kriterlere göre sıralanır.

Tablo 4.11 *Kriterlerin Sıralanması*

	S	Önem Sırası	R	Önem Sırası	Q	Önem Sırası
$A_{x_1q_1}$	0.1569	1	0.1569	1	0	1
$A_{x_1q_2}$	0.7973	3	0.3305	3	1	3
$A_{x_1q_3}$	0.6961	2	0.2973	2	0.8253	2

Adım 11: Ranka göre alternatifleri sıralanır

$$A_{x_1q_1} > A_{x_1q_3} > A_{x_1q_2}$$

4.2 Q-Tek Değerli Nötrosofik Kümeler Üzerinde TOPSIS Metodu

Sayısal Örnek

TOPSIS yöntemini kullanarak bu yöntemin nihai sonuca etkisini görmek amacıyla ülkemizde sağlık sektöründe önde gelen hastanelerde faaliyette bulunmak üzere işçi alımı yapılacaktır. Hastane kendi internet siteleri üzerinden bir ilan yayınlamıştır. İlane başvuran kişilerde öncelik olan aranan özellikler içerisinde 18 yaşın üstünde olması bekleniyor. Web sitesinde yayınlanan ilana başvuran 20 kişi arasında online bir genel yetenek sınavına tabii tutulmuşlardır. Genel yetenek sınavını geçen 4 aday hastanenin insan kaynakları tarafından aldıkları mail ile hastaneye yüz yüze bir mülakata çağırılmışlardır. Bu adaylar genel yetenek sınavını geçmiş mülakata hak kazanmışlardır. Mülakata katılan 4 aday,

($A_{x_1q_1} = Nisa$, $A_{x_1q_2} = Sena$, $A_{x_1q_3} = Zehra$ ve $A_{x_1q_4} = Ömer$) insan kaynakları, muhasebe ve birim müdürü tarafından oluşan bir grup tarafından (KV1, KV2, KV3) aşağıdaki karar verme kriterlerine göre işe alım sürecine girecekler. Kriterler kendi içerisinde Fayda ve Maliyet kriteri olarak ikiye ayrılıyor. Bu süreç TOPSIS yöntemi kullanılarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve süreç sonunda adayların öncelikli işe alımı belirtilmiştir.

K1: Dış Görünüş

K2: Diksiyon

K3: İş Birliği Dinamiğine Uyum Sağlama Durumu

K4: Maaş Beklentisi

Buradan B fayda C maliyet kriteri olsun.

Adım 1: Karar Matrisi oluşturulur.

Tablo 4.12 Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	7	9	9	8
$A_{x_1q_2}$	8	7	8	7
$A_{x_1q_3}$	9	6	8	9
$A_{x_1q_4}$	6	7	8	6

Adım 2: Karar matrisi $\sqrt{\sum_{i=1}^m (n_{x_{ij}q_{ij}})^2}$ formülü kullanılarak normalize edilir.

Tablo 4.13 Normalize Matris Hesaplama

	K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	49	81	81	64
$A_{x_1q_2}$	64	49	64	49
$A_{x_1q_3}$	81	36	64	81
$A_{x_1q_4}$	36	49	64	39
$\sum_{i=1}^m (n_{x_{ij}q_{ij}})^2$	230	215	273	230
$\sqrt{\sum_{i=1}^m (n_{x_{ij}q_{ij}})^2}$	15.17	14.66	16.52	15.17

Tablo 4.14 Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	0.46	0.61	0.54	0.53
$A_{x_1q_2}$	0.53	0.48	0.48	0.46
$A_{x_1q_3}$	0.59	0.41	0.48	0.59
$A_{x_1q_4}$	0.40	0.48	0.48	0.40

Adım 3: Ağırlıklı normalize karar matrisi belirlenir.

$$W = [w_1(\text{Güvenlik}) = 0.1, w_2(\text{Kalite}) = 0.4, w_3(\text{Hız}) = 0.3, w_4(\text{Maliyet}) = 0.2]^T$$

Tablo 4.15 Ağırlıklı Karar Matrisi

	0.1	0.4	0.3	0.2
	K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	0.046	0.244	0.162	0.106
$A_{x_1q_2}$	0.053	0.192	0.144	0.092
$A_{x_1q_3}$	0.059	0.164	0.144	0.118
$A_{x_1q_4}$	0.040	0.192	0.144	0.080

Adım 4: Pozitif ideal çözüm (PIS) ve negatif ideal çözüm (NIS) belirlenir. Burada Fayda kriteri elemanları B de, maliyet kriterleri ise C olarak belirtildi.

Tablo 4.16 Pozitif İdeal Çözüm

<i>Fayda Kriteri ϵB</i>			<i>Maliyet Kriteri ϵC</i>	
	K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	0.046	$0.244 = v_2^+$	$0.162 = v_3^+$	0.106
$A_{x_1q_2}$	0.053	0.192	0.144	0.092
$A_{x_1q_3}$	$0.059 = v_1^+$	0.164	0.144	$0.118 = v_4^+$
$A_{x_1q_4}$	0.040	0.192	0.144	0.080

Buradan PIS değeri için Y^* şeklinde yazacak olursak

$$Y^* = \{0.059, 0.244, 0.162, 0.080\} \text{ şeklinde olur.}$$

Tablo 4.17 Negatif İdeal Çözüm

<i>Fayda Kriteri ϵB</i>			<i>Maliyet Kriteri ϵC</i>	
	K1	K2	K3	K4
$A_{x_1q_1}$	0.046	0.244	0.162	0.106
$A_{x_1q_2}$	0.053	0.192	0.144	0.092
$A_{x_1q_3}$	0.059	$0.164 = v_2^-$	$0.144 = v_3^-$	0.118
$A_{x_1q_4}$	$0.040 = v_1^-$	0.192	0.144	$0.080 = v_4^-$

Buradan NIS değeri için Y^- şeklinde yazacak olursak

$$Y^- = \{0.040, 0.164, 0.144, 0.118\} \text{ şeklinde olur.}$$

Adım 5: Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklığı hesaplanır

Tablo 4.18 $S_{x_{ij}q_{ij}}^*$ Hesaplanması

	K1	K2	K3	K4	$\sum_{j=1}^n (v_j^+ - v_{ij})^2$	S_i^*
$A_{x_1q_1}$	$(0.046 - 0.059)^2$	$(0.244 - 0.244)^2$	$(0)^2$	$(0.026)^2$	0.000845	0.029
$A_{x_1q_2}$	$(0.053 - 0.059)^2$	$(0.192 - 0.244)^2$	$(-0.018)^2$	$(0.012)^2$	0.003208	0.057
$A_{x_1q_3}$	$(0.053 - 0.059)^2$	$(0.164 - 0.244)^2$	$(-0.018)^2$	$(0.038)^2$	0.008186	0.090
$A_{x_1q_4}$	$(0.053 - 0.059)^2$	$(0.192 - 0.244)^2$	$(-0.018)^2$	$(0)^2$	0.003389	0.058

Tablo 4.19 $S_{x_{ij}q_{ij}}^-$ Hesaplanması

	K1	K2	K3	K4	$\sum_{j=1}^n (v_j^- - v_{ij})^2$	S_i^-
$A_{x_1q_1}$	$(0.046 - 0.040)^2$	$(0.244 - 0.164)^2$	$(0.018)^2$	$(-0.012)^2$	0.006904	0.083
$A_{x_1q_2}$	$(0.053 - 0.040)^2$	$(0.192 - 0.164)^2$	$(0)^2$	$(-0.026)^2$	0.001629	0.040
$A_{x_1q_3}$	$(0.053 - 0.040)^2$	$(0.164 - 0.164)^2$	$(0)^2$	$(0)^2$	0.000361	0.019
$A_{x_1q_4}$	$(0.053 - 0.040)^2$	$(0.192 - 0.164)^2$	$(0)^2$	$(-0.038)^2$	0.002228	0.047

Adım 6: Her alternatifin ideal çözüme yakınlığı hesaplanır.

$$CC_{x_{1,1}q_{1,1}}^* = \frac{S_{x_{1,1}q_{1,1}}^-}{S_{x_{1,1}q_{1,1}}^- + S_{x_{1,1}q_{1,1}}^+} = \frac{0.083}{0.112} = 0.74(\text{Eniyisi})$$

Benzer şekilde diğerlerini de hesaplarız,

$$C_{x_{1,2}q_{1,2}}^* = 0.41$$

$$C_{x_{1,3}q_{1,3}}^* = 0.17$$

$$C_{x_{1,4}q_{1,4}}^* = 0.45$$

Adım 7: Alternatifler sıralanır.

$$A_{x_1q_1} > A_{x_1q_4} > A_{x_1q_2} > A_{x_1q_3}$$

Yani bu durumda işe alım sırası Nisa, Ömer, Sena ve Zehra şeklinde olacaktır



BÖLÜM V

SONUÇ

Nötrosofik kümelerde TOPSIS ve VIKOR, çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için kullanılan iki farklı yöntemdir. Her iki yöntem de benzer amaçlar için kullanılsa da, farklı özelliklere sahiptir ve farklı durumlarda daha etkili olabilir. Bizim bu yöntemleri gerçek hayat problemlerine uygulamamızdan yola çıkıldığında VIKOR alternatifine ulaşmada daha uzun fakat uzlaşmacı bir yol izliyorken TOPSIS de referans noktaları belirleyerek daha kısa sürede sonuca ulaşmamızı sağlıyor. VIKOR sonuca ulaşmada daha net bir yol izlediği için kullanım açısından daha çok öneme sahiptir.

Bu yazıda nötrosofik kümeler ve uzantılarını, Q-nötrosofik kümeleri açıkladık. TOPSIS ve VIKOR metotlarını ayrıntılı olarak tartıştık, bu yöntemler için bir grafik oluşturduk. Sonrasında bu iki ÇKKV yöntemini, Q-NK üzerine uyarladık. Bu küme üzerinde uygulanabilirliğini görmüş olduk.

En faydalı eylem biçimini seçmenin, bir seçeneğin hem uygulanabilirliğini hem de kısa vadede sağladığı faydayı dikkate almayı içerdiğini gösterdik. Bu sonuca göre, alternatifler arasında daha etkin olan bir seçenek bulunsa bile teknolojik gelişmeler, yönetmelikler ve istekler nedeniyle uygulanmasının önünde engeller bulunduğunu anladık. Varsayımsal verilerle iki yöntemde de alternatifte en iyi şekilde ulaşmaya çalıştık ve seçilen parametreler doğrultusunda bir sonuca ulaştık. Bu sonuca göre, Q-nötrosofik-VIKOR yönteminin faydası, karar vericilerin önemini dikkate aldığı ve çelişen kriterler ortamında en iyi çözümü belirlemek için kullanılabileceği için ÇKKV problemlerinin ele alınmasında daha faydalı olmasıdır. Ayrıca, bazen belirsizlik ve belirsizlikle baş edemediği göz önünde bulundurularak, bu çalışmada ÇKKV sorunlarını çözmek için Q-nötrosofik-VIKOR yöntemi ve Q-nötrosofik-TOPSIS yöntemi önerilmiştir. Bu nedenle Q-nötrosofik-VIKOR ve Q-nötrosofik-TOPSIS, tedarikçi seçimi, depolama sahası, işçi seçimi ve diğer birçok karar verme

problemi gibi ÇKKV problemlerinde eksik ve öngörülemeyen bilgilerle baa çıkmak
için tercih edilebilir.



KAYNAKLAR

- [1] L. A. Zadeh, (1965), Fuzzy Sets and Systems. *Inf. Control*, 29-37.
- [2] K. T. Atanassov, (1986), Intuitionistic fuzzy sets, **20**, 87-96.
- [3] M.B Gorzalzany, (1987), A method of inference in approximate reasonin based on interval- valued fuzzy sets. *Fuzzy Sets Syst.*, **21**, 1-17.
- [4] F. Smarandache, (2005), Neutrosophic set–A generalization of the intuitionistic fuzzy set. *Multsip. Multistruct*, **24**, 287-297.
- [5] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, (2010), Single valued neutrosophic sets, *Multisp. Multistruct*, vol. 4, pp. 410–413.
- [6] Molodtsov D. (1999), Soft set theory–first result. *Comput. Math. Appl*, 37, 19-31.
- [7] S.Alkhazaleh, A. R. Salleh, and N. Hassan, (2011), Soft multi sets theory, *Appl. Math. Sci*, 3561-3573.
- [8] S.Alkhazaleh, A. R. Salleh, (2011) Soft expert sets, *Adv. Decis. Sci*, 757868.
- [9] P. K. Maji, R. Biswas, and A. R. Roy. (2001) Fuzzy soft sets, *J. Fuzzy Math*, 589–602.
- [10] P. K. Maji, (2013), Neutrosophic soft set, *Ann. Fuzzy Math. Inform*, 157–168.
- [11] A. Al-Quran, and N. Hassan. (2018), The complex neutrosophic soft expert set and its application indecision making, *J. Intell. Fuzzy Syst*, 569-582.
- [12] F.Adam, and N.Hassan. (2014) Operationson Q-fuzzy soft set, *Appl. Math. Sci*, 8697–8701.
- [13] F.Adam, and N.Hassan. (2014), Q-fuzzysoftset, *Appl. Math. Sci.*, 8, 8689-8695.
- [14] M. Abu Qamar,and N.Hassan. (2018), Q- neutrosophic soft relation and its application indecision making, *Entropy*, 172.
- [15] J. Ye, Z. Fang, and W. Cui. (2018), Vector similarity measures of Q-linguistic neutrosophic variable sets and their multi-attribute decision making method, *Symmetry*, 531.
- [16] M. Abu Qamar, and N. Hassan. (2019), An approach toward a Q-neutrosophic soft set and its application in decision making, *Symmetry*, 139.

- [17] M. Abu Qamar, and N. Hassan. (2018), Entropy, measures of distance and similarity of Q-neutrosophic soft sets and some applications, *Entropy*, 672.
- [18] M. Abu Qamar, and N. Hassan. (2018), Generalized Q-neutrosophic soft expert set for decision under uncertainty, *Symmetry*, 621.
- [19] Velasquez, M., & Hester, P.T. (2013), An analysis of multi-criteria decision making methods, *International Journal of Operations Research*, 56-66.
- [20] Opricovic, S., & Tzeng, G-H. (2004), Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- [21] Yazdani, M., & Graeml, F.R. (2014), VIKOR and its applications: A state-of-the-art survey. *International Journal of Strategic Decision Sciences*, 5(2), 56-83.
- [22] Mardani, A., Zavadskas, E.K., Govindan, K., Senin, A.A., & Jusoh, A., (2016) VIKOR technique: A systematic review of the state of the art literature on methodologies and applications. *Sustainability*, 8, 1-38.
- [23] C. Hawng, K. Yoon, (1981), Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, *A State of the Art Survey 1. Berlin Heidelberg Springer*.
- [24] Y. Bi, D. Lai, H. Yan, (2010), Synthetic evaluation of the effect of health promotion : Impact of a UNICEF project in 40 poor western counties of China, *R. Soc. Public Heal*, vol. 124, pp. 376–391.
- [25] I. Chamodrakas, D. Martakos, (2011), A utility-based fuzzy TOPSIS method for energy-efficient network selection in heterogeneous wireless networks, *Appl. Soft Comput. J*, vol. 11, no. 4, pp.
- [26] K. Mohana, V.Christy, and F.Smarandache. (2019), On multi-criteria decision making problem via bipolar single-valued neutrosophic settings, *Neutrosophic Sets Syst*, 125-135.
- [27] G. La, G. Aiello, C. Rastellini, R. Micale, L. Cicalese, (2011), Multi- Criteria Decision Making support system for pancreatic islet transplantation, *Expert Syst. Appl*, Vol. 38, no. 4, pp. 3091– 3097.
- [28] R. Kuo, Y. Wu, T. Hsu, (2012), Integration of fuzzy set theory and TOPSIS into HFMEA to improve outpatient service for elderly patients in Taiwan, *J. Chinese Med. Assoc*, Vol. 75, pp. 341– 348,.

- [29] K. Im, H. Cho, (2013), A systematic approach for developing a new business model using morphological analysis and integrated fuzzy approach, *Expert Syst. Appl*, Vol. 40, no. 11, pp. 4463– 4477.
- [30] L. I. Tong, C. H. Wang, H. C. Chen, (2005), Optimization of multiple responses using principal component analysis and, *Int J Adv Manuf Techno*, Vol. 27, pp. 407–414.
- [31] M. R. Fathi, H. Zarei Matin, M. Karimi Zarchi, S. Azizollahi, (2011), The Application of Fuzzy TOPSIS Approach to Personnel Selection for Padir Company, *Iran, J. Manag. Res.*, Vol. 3, no. 2, pp. 1–14,.
- [32] E. Triantaphyllou, B. Shu, S. N. Sanchez, T. Ray, (1998), Multi- Criteria Decision Making : An Operations Research Approach, *Encycl. Electr. Electron. Eng*, Vol. 15, no. February, pp. 175– 186.
- [33] Peng, J.-J, Wang, J.-Q, Wang, J, Zhang, H.-Y, Chen, X.-H. (2016), Simplified neutrosophic sets and their applications in multi-criteria group decision-making problems. *int. J. Syst. sci*, 47.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Nisa İrem TOZ

Lisans: Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü

(2017- 2021)

Yüksek Lisans: Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Bölümü

Matematiğin Temelleri ve Matematik Lojik Anabilim Dalı

(2021-2023)

Yayın: Uluçay, V., Şahin, M., Toz N.İ. (2023) VIKOR Method For Of Decision – Making Problems Based On Q-Neutrosophic Sets *III*.

Dünya Gençlik Kongresi, 19-20 Mayıs

2023 Bakü, Azerbaycan