



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

SEZGİSEL BULANIK MANTIĞIN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNDE YENİ BİR YÖNTEM İLE UYGULAMASI

FERİDE TUĞRUL

**DOKTORA TEZİ
MATEMATİK ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2021

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SEZGİSEL BULANIK MANTIĞIN ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME SÜRECİNDE YENİ BİR YÖNTEM İLE UYGULAMASI**

FERİDE TUĞRUL

Bu tez,
Matematik Anabilim Dalında
DOKTORA
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal kısımların dışında her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Feride TUĞRUL

Bu çalışma Tübitak-Bideb tarafından desteklenmiştir.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

SEZGİSEL BULANIK MANTIĞIN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNDE YENİ BİR YÖNTEM İLE UYGULAMASI

(DOKTORA TEZİ)

FERİDE TUĞRUL

ÖZET

Bu tezin hedefleri doğrultusunda; sezgisel bulanık teori tabanlı PROMETHEE yöntemi algoritması geliştirilerek eğitim alanına uygulanmıştır. Bu tezde eğitim alanında bir yenilik getirmek; sisteme ve paydaşlarını düzenleyen, kontrol eden ve değerlendiren yeni bir eğitim sistemi oluşturmak hedeflenmiştir. Bunun için yeni bir yöntem olarak PROMETHEE (Değerlendirmeleri Zenginleştirme İçin Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi) ve sezgisel bulanık tabanlı algoritma kullanılmıştır. Bireylere uygun eğitim modülü oluşturmak amacıyla PROMETHEE yöntemi kullanılarak sezgisel bulanık teoriyle birlikte çok kriterli karar verme algoritması oluşturulmuştur. Kurmuş olduğumuz sistemde öğrencilerin sadece sınav sonuçları değil aynı zamanda başarılarını etkileyen faktörler de göz önüne alınarak hepsinin aynı anda değerlendirildiği bir algoritma kurulmuştur. Öğrencinin başarısını etkileyen faktörleri inceleyip, eğitim sistemine katkıda bulunmayı amaçlayan ve tarafımızca hazırlanan sezgisel bulanık tabanlı PROMETHEE algoritması özgün bir algoritma olup birçok araştırmacıya ışık tutacak nitelikte ve ilk olma özelliği taşımaktadır.

Sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi; araştırmacıya olumlu (pozitif) ve olumsuz (negatif) sıralamayı aynı anda gözlemleyebilme şansı tanınması, tereddüt derecelerini ifade edebilmesi, kriterlerin önem ağırlıklarının değiştirilebilmesi ve her kriter için önem dereceleri belirlenirken farklı yöntemler kullanabilme olanağı tanınması, önem ağırlıklarının tereddüt derecelerini de devreye sokması, alternatifler ve kriterler için farklı ölçüt türleri ve farklı kriter tipleri kullanabilme şansı tanınan karar vericilerin kendine özgü bir sistem kurabilmesine olanak sağlaması gibi faydalarından dolayı çok avantaj sağlayan bir yöntemdir. Daha önceki çalışmalarımızda hem çok kriterli karar verme yöntemleri hem de PROMETHEE yöntemi kullanılarak sezgisel bulanık teoride eğitim alanında elverişli sonuçlar elde ettiğimiz uygulamalarımız mevcuttur.

Bu tez; "Giriş", "Temel Tanım ve Teoremler", "Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yönteminin Uygulaması", "Sonuç ve Öneriler" olmak üzere toplam dört bölümden oluşmaktadır. Tezin giriş bölümünde; bulanık mantık teorisi, sezgisel bulanık küme teorisi, karar verme, çok kriterli karar verme kavramları ana hatlarıyla ve yeterince açıklanmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulama alanlarında en çok kullanılan yöntemler açıklanmış, algoritmalarından bahsedilmiştir. Bu tezin asıl temelini oluşturan ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE yöntemi detaylı olarak açıklanmış; çalışma prensibi, kriter tipleri, outranking ilişkileri, PROMETHEE I, PROMETHEE II, yöntemin geometrik yorumu ve GAIA düzlemi, avantajları ve dezavantajları, bulanık mantık kapsamında geliştirilmiş bulanık PROMETHEE ve sezgisel bulanık teori kapsamında geliştirilmiş sezgisel bulanık PROMETHEE, eğitimde başarıyı etkileyen faktörler gibi kavramlar detaylı olarak adım adım açıklanmıştır. Tezin temel tanım ve teoremler bölümünde ise matematiksel altyapıyı oluşturmak amacıyla bulanık mantık, bulanık üyelik fonksiyon tipleri, dilsel değişkenler, bulanık sayılar gibi kavramlar detaylı biçimde incelenmiş ve açıklanmıştır. Sezgisel bulanık küme teoriyle birlikte ise sezgisel bulanık sayılar, sezgisel bulanık aggregation operatörleri, kontrollü küme teorisi, sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin matematiksel altyapısı, sezgisel bulanık PROMETHEE algoritması kavramları açıklanmıştır. Bu tezde kontrollü kümeler önemli bir rol oynamaktadır çünkü kriterlerin önem dereceleri sezgisel bulanık değerlerle ifade edilirken kontrollü kümelerden yararlanılmıştır. Bu bölüme kadar sunulan tüm bilgiler, algoritma ve diğer bütün matematiksel kavramlar tüm detaylarıyla açıklanmış olan bu tezin PROMETHEE yöntemi ile çalışmak isteyen araştırmacılar için temel bir kaynak olması hedeflenmiştir. PROMETHEE, bulanık PROMETHEE ve sezgisel bulanık PROMETHEE konularında çalışmak isteyen araştırmacılar için bütün kriter tipleri, aggregation yöntemleri, ağırlık hesaplama yöntemleri tek tek ifade edilirken; kurulan sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin algoritması en genel hatlarıyla açıklanmıştır. Sezgisel bulanık PROMETHEE algoritması bölümünde verilen algoritma tüm araştırmacıların kullanabileceği bir algoritmadır. Algoritmadaki tüm adımlar ve hesaplamalar bütün yönleriyle ifade edilmiştir. Algoritma için değişiklik gösterebilecek; verilerin bulanıklaştırılması ya da sezgisel bulanık kümelerle ifade edilmesi, kriter tipleri, aggregation operatörleri ve kriterlerin önem ağırlıkları gibi kavramların karar vericiler tarafından kolaylıkla belirlenebilmesi için bu kavramlara yönelik detaylı bilgiler de paylaşılmıştır.

Amacımız; avantajlı olduğunu düşündüğümüz ve henüz kısıtlı bir alanda uygulaması olan sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin uygulanabilirliğini göstermek, araştırmacıların bu yöntemden faydalanmasını sağlamaktır. Tezin uygulama bölümünde ise kurmuş olduğumuz algoritma eğitimde seçme ve değerlendirme alanında farklı iki uygulama şekliyle ele alınmıştır. Uygulamaların hesaplamaları, adımları açıklanmış; elde edilen sonuçlar ise detaylıca yorumlanmıştır. Sonuç ve öneriler bölümünde ise bu tezin hedefleri doğrultusunda elde edilen sonuçlar, yöntemi kullanmak isteyen araştırmacılara yönelik öneriler ve tezin esas amacına yönelik yani eğitimde seçme ve değerlendirmede öğrencilerin ve paydaşlarının daha nitelikli olmasına yönelik kurulan temel algoritmanın geliştirilmesi için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler:Bulanık Mantık, Sezgisel Bulanık Teori, Çok Kriterli Karar Verme, PROMETHEE Yöntemi, Sezgisel Bulanık PROMETHEE, Eğitimde Seçme ve Değerlendirme, Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörler.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik Anabilim Dalı, Mart/2021

Danışman :Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇİTİL

Sayfa Sayısı: 206

**APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY LOGIC WITH A NEW METHOD
IN MULTI CRITERIA DECISION MAKING PROCESS**

(Ph.D.THESIS)

FERİDE TUĞRUL

ABSTRACT

In line with the aims of this dissertation has been applied the intuitionistic fuzzy theory-based PROMETHEE method to the field of education. In this dissertation, the aim is to bring novelty in the field of education and to create a new education system that regulates, controls and evaluates the system and its stakeholders. Therefore, PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations) and intuitionistic fuzzy-based algorithm were used as a new method. A multi-criteria decision making algorithm was created with intuitionistic fuzzy theory through using the PROMETHEE method in order to create a training module appropriate for individuals. The system we have established includes an algorithm in which all of the students are evaluated by taking into account not only the exam results but also the factors affecting their achievement. The intuitionistic fuzzy-based PROMETHEE algorithm, aiming to contribute to the education system by examining the factors affecting the students' achievement, is a unique algorithm, and it is the first to shed light on various researchers.

Intuitionistic fuzzy PROMETHEE is a method that provides us numerous advantages thanks to its benefits such as allowing the researcher to observe the positive and negative rankings simultaneously, expressing the degree of hesitation, changing the significance weights of the criteria and using different methods when identifying the significance levels for each criterion, putting the degree of hesitation of significance weights into action, and enabling decision makers, who are given the opportunity to use different criteria types and different criteria types for alternatives and criteria, to establish a unique system. In our previous studies, we had several applications in which favorable results were obtained in the field of education in intuitionistic fuzzy theory by means of both multi-criteria decision making methods and PROMETHEE method.

This dissertation is in four parts: "Introduction", "Basic Definitions and Theorems", "Application of Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE Method", "Results and Recommendations". The introduction part includes the explanations regarding fuzzy logic theory, intuitionistic fuzzy set theory, decision making, multi-criteria decision making. The most used methods in the application areas of multi-criteria decision making methods were explained and their algorithms were defined. PROMETHEE method, which forms the basis of this dissertation and which is one of the multi-criteria decision making methods, was explained in detail; concepts such as working principle, criterion types, outranking relations, PROMETHEE I, PROMETHEE II, geometric interpretation of the method and GAIA plane, advantages and disadvantages, fuzzy PROMETHEE developed within the scope of fuzzy logic and intuitionistic fuzzy PROMETHEE developed within the framework of intuitionistic fuzzy theory, factors affecting achievement in education were incrementally presented. In the basic definitions and theorems part, fuzzy logic to create the mathematical background, and concepts such as fuzzy membership function types, linguistic variables, fuzzy numbers were examined and explained in detail. Along with the intuitionistic fuzzy set theory, the concepts such as intuitionistic fuzzy numbers, controlled set theory, intuitionistic fuzzy aggregation operators, the mathematical infrastructure of the intuitionistic fuzzy PROMETHEE method, and the intuitionistic fuzzy PROMETHEE algorithm were explained. Controlled sets play an important role in this dissertation because these sets are used while expressing the importance of criteria with intuitionistic fuzzy values. This dissertation, in which all the information, algorithm and all other mathematical concepts presented, is expected to be a basic resource for researchers who wish to use the PROMETHEE method. For those who want to use PROMETHEE, fuzzy PROMETHEE and intuitionistic fuzzy PROMETHEE, all types of criteria, aggregation methods, weight calculation methods were explained one by one; while the algorithm of the established intuitionistic fuzzy PROMETHEE method was explained in the most general terms. The algorithm depicted in the intuitionistic fuzzy PROMETHEE algorithm part is an algorithm that can be used by all researchers. All steps and calculations in the algorithm were announced in all aspects. Detailed information about these concepts was also stated in order for the decision makers to easily determine the concepts that may vary for algorithm such as blurring of data or expressing them with intuitionistic fuzzy sets, criteria types, aggregation operators, significance weights of criteria.

Our aim is to demonstrate the applicability of the intuitionistic fuzzy PROMETHEE method, which we think is advantageous and has a limited application yet, and to ensure researchers to benefit from this method. In the implementation part, the algorithm we have established were discussed in two different implementation ways in the field of selection and evaluation in education. The calculations and steps of the practices were explained; the obtained results were interpreted in detail. In the Results and Recommendations part, the results obtained in line with the objectives of this dissertation were presented, and recommendations were provided for the researchers who want to use the method, and for the main aim of the dissertation, that is, the development of the basic algorithm established for students and their stakeholders to be more qualified in the selection and evaluation.

Keywords: Fuzzy Logic, Intuitionistic Fuzzy Theory, Multi Criteria Decision Making, PROMETHEE Method, Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE, Selection and Evaluation in Education, Factors Affecting Student Achievement.

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics, March/2021

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Mehmet ÇİTİL

Page Number: 206

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇİTİL'e en derin saygılarımı ve teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Ayrıca doktora eğitimim ve tez yazım süreci boyunca ilgi, eleştiri, fikir, öneri ve çok değerli katkılarından dolayı kıymetli hocalarım Prof. Dr. Hüseyin YILDIRIM'a , Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU'na, Dr. Öğr. Üyesi Fatih KUTLU'ya, Dr. Öğr. Üyesi Sinem TAR-SUSLU'ya ve Dr. Öğr. Üyesi Beyhan YILMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim boyunca 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Bursu kapsamında sağladığı destekten ötürü TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı Birimi'ne teşekkür ederim.

Son olarak ömür boyu benden desteğini asla esirgemeyen, her anımda ve her kararında yanımda olan kıymetli aileme teşekkürü borç bilirim.

Feride TUĞRUL

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiv
EKLER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Bulanık Mantık	8
1.2. Sezgisel Bulanık Teori	8
1.3. Karar Verme.....	10
1.3.1. Karar Tipleri.....	11
1.4. Çok Kriterli Karar Verme	12
1.4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	15
1.4.1.1. AHP Yöntemi	16
1.4.1.2. ELECTRE Yöntemi	18
1.4.1.3. TOPSIS Yöntemi	19
1.4.1.4. PROMETHEE Yöntemi	20
1.4.1.4.1. PROMETHEE Yönteminin Çalışma Prensibi	22
1.4.1.4.1.1. Kriter Kavramının Genişletilmesi ve Kriter Tipleri	22
1.4.1.4.1.1.1. Tip I: Olağan Tip	25
1.4.1.4.1.1.2. Tip II: <i>U</i> Tipi	26
1.4.1.4.1.1.3. Tip III: <i>V</i> Tipi	26
1.4.1.4.1.1.4. Tip IV: Seviye Tipi	27
1.4.1.4.1.1.5. Tip V: Doğrusal Tip	27
1.4.1.4.1.1.6. Tip VI: Gaussian Kriteri	28
1.4.1.4.1.2. Değerli Outranking İlişkisi	29
1.4.1.4.1.3. Outranking İlişkilerinin Kullanılması	30
1.4.1.4.1.3.1. PROMETHEE I	31

1.4.1.4.1.3.2. PROMETHEE II	33
1.4.1.4.2. GAIA Yazılımı	34
1.4.1.4.3. PROMETHEE Yönteminin Avantajları	36
1.4.1.4.4. PROMETHEE Yönteminin Dezavantajları	37
1.4.1.5. Bulanık PROMETHEE	37
1.4.1.6. Sezgisel Bulanık PROMETHEE	40
1.5. Eğitim, Başarı, Seçme ve Sıralama	49
1.5.1. Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörler	50
1.5.1.1. Motivasyon	50
1.5.1.2. Kaygı	51
1.5.1.3. Tutum	52
1.5.1.4. Okul Kültürü	53
1.5.1.5. Ebeveyn Katılımı	53
1.5.1.6. Öz-Yeterlik	54
1.5.1.7. Benlik Kavramı	56
1.5.1.8. Öz Düzenleme	56
1.5.1.9. Kontrol Odağı	57
1.5.1.10. Eğitimde Liderlik	57
1.5.1.11. Sosyoekonomik Durum	58
1.5.1.12. Kolektif Öğretmen Yeterliği	59
1.5.1.13. Okul İklimi	59
1.5.1.14. Beklenti	60
1.5.1.15. Benlik Saygısı	60
1.5.1.16. Hedef Yönelimi	61
1.5.1.17. Öğrenme Türleri / Tarzları	62
1.5.1.18. Sosyal Uyum	63
1.5.2. Önceki Çalışmalar	63
2. TEMEL TANIM VE TEOREMLER	70
2.1 Bulanık Mantık	70
2.1.1. Üyelik Fonksiyonu Tipleri	72
2.1.1.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	72

2.1.1.2. Yamuk (Trapezoidal) Üyelik Fonksiyonu	72
2.1.1.3. Gaussian Üyelik Fonksiyonu	73
2.1.1.4. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu	74
2.1.1.5. Sigmodial Üyelik Fonksiyonu	74
2.1.1.6. S Üyelik Fonksiyonu	74
2.1.2. Dilsel Değişkenler	75
2.1.3. Bulanık Sayılar	78
2.1.3.1. Üçgen Bulanık Sayı	78
2.1.3.2. Yamuk Bulanık Sayı	79
2.2. Sezgisel Bulanık Küme Teorisi	80
2.2.1. Sezgisel Bulanık Sayılar	84
2.2.1.1. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı	85
2.2.1.2. Yamuk Sezgisel Bulanık Sayı	86
2.2.2. Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yönteminin Matematiksel Altyapısı	88
2.2.2.1. Sezgisel Bulanık Aggregation Operatörleri	88
2.2.2.2. Kontrollü Kümeler	91
2.2.2.3. Sezgisel Bulanık PROMETHEE Algoritması	92
3. SEZGİSEL BULANIK PROMETHEE YÖNTEMİNİN UYGULAMASI.....	98
3.1. Uygulama 1	98
3.2. Uygulama 2	117
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	159
KAYNAKLAR	161
ÖZGEÇMİŞ	182
EKLER	186

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$\mathbb{N}$	:	Doğal Sayılar Kümesi
$\mathbb{R}$	:	Reel Sayılar Kümesi
$MCDM$	:	Çok Kriterli Karar Verme
FS	:	Bulanık Küme
IFS	:	Sezgisel Bulanık Küme
μ	:	Üye Olma Fonksiyonu
ν	:	Üye Olmama Fonksiyonu
π	:	Tereddüt(Belirsizlik) Fonksiyonu
IFV	:	Sezgisel Bulanık Değer
IFN	:	Sezgisel Bulanık Sayı
$TIFN$	:	Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı
WA	:	Ağırlıklı Ortalama Operatörü
OWA	:	Sıralı Ağırlıklı Ortalama Operatörü
$IFWA$	:	Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Ortalama Operatörü
IFA	:	Sezgisel Bulanık Ortalama Operatörü
$IFOWA$	:	Sezgisel Bulanık Sıralı Ağırlıklı Ortalama Operatörü
$IFHA$	:	Sezgisel Bulanık Hibrit Ortalama Operatörü
$IFWG$	:	Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Geometrik Operatör
IFG	:	Sezgisel Bulanık Geometrik Operatör
$IFOWG$	:	Sezgisel Bulanık Sıralı Ağırlıklı Geometrik Operatör
$IFHG$	:	Sezgisel Bulanık Hibrit Geometrik Operatör

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Tercih İşlevinin Grafiği	24
Şekil 1.2	$H(x)$ Fonksiyonunun Grafiği	25
Şekil 1.3	Olağan Tip ve U Tipi Tercih Fonksiyonları	26
Şekil 1.4	V Tipi ve Seviye Tipi Tercih Fonksiyonları	27
Şekil 1.5	Doğrusal Tip ve Gaussian Kriter Tercih Fonksiyonları	29
Şekil 1.6	Giden ve Gelen Akış	31
Şekil 1.7	Pozitif ve Negatif Akış	32
Şekil 1.8	GAIA Düzlemi	35
Şekil 2.9	Üçgen Üyelik Fonksiyonu	72
Şekil 2.10	Yamuk Üyelik Fonksiyonu	73
Şekil 2.11	Gauss Üyelik Fonksiyonu	73
Şekil 2.12	Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu	74
Şekil 2.13	S Üyelik Fonksiyonu	75
Şekil 2.14	"Genç" İfadesinin Fonksiyonu	76
Şekil 2.15	Dilsel Değişkenlerin Hiyerarşik Yapısı	77
Şekil 2.16	Üçgen Bulanık Sayı	79
Şekil 2.17	Yamuk Bulanık Sayı	79
Şekil 2.18	Üye Olma ve Üye Olmama Fonksiyonları	81
Şekil 2.19	Sezgisel Bulanık Kümenin Geometrik Gösterimi	81
Şekil 2.20	Örnek 2.1'in Geometrik Gösterimi	82
Şekil 2.21	Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı	86
Şekil 2.22	Yamuk Sezgisel Bulanık Sayı	87
Şekil 2.23	Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yönteminin Akış Diyagramı	97
Şekil 3.1	Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 1)	110
Şekil 3.2	Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 1)	111
Şekil 3.3	Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerlerinin İkili Karşılaştırması (Uygulama 1)	112
Şekil 3.4	Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Grafiği (Uygulama 1)	115
Şekil 3.5	Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 2)	150
Şekil 3.6	Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 2)	151

Şekil 3.7	Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerlerinin İkili Karşılaştırması (Uygulama 2)	152
Şekil 3.8	Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Grafiği (Uygulama 2)	154



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1	Karşılaştırma Ölçeği	18
Tablo 2	Kriter ve Alternatiflerin Değerlendirme Tablosu	23
Tablo 3	Kriterlere Göre Alternatiflerin Değerleri (Uygulama 1)	100
Tablo 4	Kriterlerin Önem Derecelerinin Üyelik ve Üye Olmama Değerleri (Uygulama 1)	101
Tablo 5	Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 1)	107
Tablo 6	Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 1)	108
Tablo 7	Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerleri Arasındaki İlişki (Uygulama 1)	109
Tablo 8	Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Değerleri (Uygulama 1)	114
Tablo 9	Öğrencilerin Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler	119
Tablo 10	Öğretmenlerin Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler (Uygulama 2) ..	120
Tablo 11	Merkezi Sınav Puanı Hesaplamada Kullanılan Katsayılar	125
Tablo 12	Kriterlere Göre Alternatiflerin Değerleri (Uygulama 2)	127
Tablo 13	Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörlerin Etki Büyüklükleri	128
Tablo 14	Kriterlerin Önem Derecelerinin Üyelik ve Üye Olmama Değerleri (Uygulama 2)	129
Tablo 15	Kriterlerin Eşik Değerleri (Uygulama 2)	130
Tablo 16	Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 2)	147
Tablo 17	Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 2)	148
Tablo 18	Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerleri Arasındaki İlişki (Uygulama 2)	149
Tablo 19	Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Değerleri (Uygulama 2)	153
Tablo 20	Öğrenci Başarı Sıralamasının Kıyaslanması	156

EKLER DİZİNİ

EK-1	İl Milli Eğitim Müdürlüğü Anket Uygulama Resmi İzin Yazısı	186
EK-2	Kişisel Bilgi Formu (Uygulama 1)	188
EK-3	Kişisel Bilgi Formu (Uygulama 2)	189
EK-4	Akademik Motivasyon Ölçeği	190
EK-5	Çocuklarda Sınav Kaygısı Ölçeği	191
EK-6	Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	192
EK-7	İngilizce Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	193
EK-8	Matematik Tutum Ölçeği	194
EK-9	Sosyal Bilgiler Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	195
EK-10	Türkçe Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	196
EK-11	Kişisel Bilgi Formu (Uygulama 2-Öğretmenler İçin)	197
EK-12	Okul Kültürü Ölçeği	198
EK-13	Akademik Motivasyon Ölçeği İzin Yazışması	199
EK-14	Çocuklarda Sınav Kaygısı Ölçeği İzin Yazışması	200
EK-15	Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği İzin Yazışması	201
EK-16	İngilizce Dersine Yönelik Tutum Ölçeği İzin Yazışması	202
EK-17	Matematik Tutum Ölçeği İzin Yazışması	203
EK-18	Sosyal Bilgiler Dersine Yönelik Tutum Ölçeği İzin Yazışması	204
EK-19	Türkçe Dersine Yönelik Tutum Ölçeği İzin Yazışması	205
EK-20	Okul Kültürü Ölçeği İzin Yazışması	206

1. GİRİŞ

Eğitim çok bileşene sahip olup, toplumların sürekliliği için önemli bir konudur. Her meslek grubunun alanı ile ilgili teorik ve beceri eğitimine sahip olması gerekir. Bunlardan dolayı tüm dünyada ve özelinde ülkemizde, eğitim önemli bir sorundur. Belirli bir özelliğe sahip durumu veya bireyi seçme ve karar verme de yine önemli bir sorundur. Doğumdan itibaren başlayıp ölüme kadar devam eden bir süreç olan eğitim, birey ve toplum olarak gelişmeye, ilerlemeye ve kısacası sorunları çözüp mutlu olmak için hayatın bir gerçeğidir. Elbette eğitim sorunu, çok parametrelili ve başlangıçla birlikte çözüme ulaşmak ve meyvelerini toplamak zaman alacak bir durumdadır. Birey bir anne babadan olup, bir aile veya bir topluluk içinde hayata adım atar. Buradan sonra örgün eğitim hayatına başlar. Bunlar okul öncesi, ilk, orta ve yüksek öğrenim şeklinde devam eder. Bu aldığı eğitim veya mesleki eğitimiyle bir iş hayatına atılıp, ihtiyaçlarını karşılamak, aile kurma, para kazanma, ev, araba alma vs. gibi nihayetinde mutlu, rahat bir hayat sürmek hedeflenir. Fakat her bir bireyin zeka seviyesi, bilgisi, becerisi, karakteri, değer ve tutumları aynı değildir. Dolayısıyla bir işe, mesleğe bir birey alınacak veya seçilecekse, seçen kişi yukarıda bahsettiğimiz, istenilen özelliklerden kendisine gerekli gördüğü özelliklerin en yüksek seviyeye sahip olanını seçmek isteyecektir. Dolayısıyla eğitimin, bilgi, beceri ve diğer kişisel özelliklerinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu tez çalışmasında bu problem çözülmesi gereken önemli bir problem olarak görülüp biz matematikçiler tarafından çözülmesine yardım etmek için matematiksel mantık ve yöntemler kullanılarak bir çözüm oluşturulmuştur. Bu tezde, sadece sınav başarısına göre bir değerlendirme değil; sınav başarısıyla birlikte diğer parametreler de göz önünde bulundurulmuştur. Çünkü aile yapısı, psikolojik durum, sahip olunan imkanlar, imkansızlıklar vs. gibi birçok parametre var olup bu soruna çözüm bulmada matematiğin çalışma alanlarından olan, bulanık (fuzzy) mantığın, belirsizlik durumları mevcut olduğundan sezgisel (intuitionistic) fuzzy mantık teorisinin yer alması ve bunları kullanarak karar verme metodlarıyla bir çözüm bulunması amaçlanmıştır. Bu tezde eğitim alanında bir yenilik getirmek ve bireylere uygun eğitim modülü oluşturmak hedeflenmiştir. Bunun için yeni bir yöntem olarak PROMETHEE ve sezgisel bulanık tabanlı algoritma kullanılacaktır. Bireylere uygun eğitim modülü oluşturmak amacıyla PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations- Değerlendirmeleri Geliştirmek için Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi) yöntemi kullanılarak sezgisel bulanık teoriyle birlikte çok kriterli karar verme algoritması

oluşturulmuştur. Ülkemizde eğitim alanında değerlendirme, farklı yöntem ve teknikler kullanılarak çözüm üretilmeye çalışılan bir alandır. Bu tezde kullanılan yöntem, bu problemin çözümü için daha önce çalışılmamıştır. Tezde oluşturulan algoritma ile eğitim sisteminde başarının artması için bir uygulama vermek, bu uygulama aracılığı ile yetkin bireyler yetiştirmek, daha da önemlisi uzun eğitim sürecinde telafisi olmayan işgücü kaybının önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Eğitim alanı çok parametrelili bir alan olduğundan seçme ve yerleştirme yapmak; çok kriterli karar verme problemidir. PROMETHEE yöntemiyle beraber yeni bir algoritma oluşturularak bu çok kriterli karar verme problemini sezgisel bulanık teori tabanlı bir sistemle en sağlıklı biçimde çözmek hedeflenmektedir. Bizim sunacağımız algoritma ile öğrencilerin yerleşme ve tercih etme durumları sadece sınav sonuçlarına göre değil psikolojik, ekonomik, sosyal, becerisel özellikleri de göz önüne alınarak değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Bu tez sayesinde eğitimin her bir basamağı için her öğrenciye ait bir değerlendirme puanı verilerek öğrencinin ilgi, yetenek, tutum, psikolojik, ekonomik, toplumsal ilişkileri gibi faktörler öğretmen tarafından aile ile irtibat kurularak gözlenip değerlendirilip her öğrenciye özel bir sistem oluşturulması hedeflenmektedir. Bu iş, Millî Eğitim Bakanlığı'nın bilgisayar ortamında oluşturulan bir sistemde değerlendirme formunun yüklenip ilgili öğretmenlere bu formu doldurmasıyla sağlanabilir. Burada yanlış gözlemlenen veya değerlendirilen durumlar diğer gözlem ve değerlendirmelerle karşılaştırılarak kontrolü yapılabilir ve hatalı olanlara değerlendirmenin doğru yapılması yönünde uyarı ve yaptırımları sağlanabilir. Bu tez için geliştirmiş olduğumuz algoritma için sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin matematiksel altyapısını bulanık mantık, sezgisel bulanık mantık teorisi ve PROMETHEE yöntemi oluşturmaktadır. Çünkü burada yapılacak işteki bazı durumlarda kesinlik durumu mevcut olmadığından bulanık mantık, bazı durumlarda da belirsizlik olduğu için sezgisel bulanık mantık teorisi kullanılmalıdır. "Siyah ile beyaz arasında gri tonları da vardır." cümlesiyle anlatılabilecek bulanık mantık, Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya çıkarılmıştır (Zadeh, 1965) ve bulanık mantık sayesinde günlük hayatta karşılaştığımız kesinliği olmayan sorunları da çözmüş oluruz. Bulanık mantık senelerdir birçok araştırmacının dikkatini çekmiş, çoğu uygulama alanında verimli sonuçlar elde edilmiştir. Bu süreçte bulanık mantıkla ilgili araştırmalar ve uygulamalar devam ederken, belirsizlik durumlarında hassasiyetin de devrede olduğu bulanık mantığın genelleştirilmesi olan sezgisel bulanık küme teorisi Atanassov tarafından 1983 yılında ortaya atılmıştır (Atanassov, 1983). Bu teoriyle birlikte

hayatımızda karşımıza çıkan belirsizliğe sahip olan sorunların çözümü mümkün olmuştur. Bu tezde sezgisel bulanık teorisinin oynadığı rolden bahsedecek olursak; eğitimde her durumu ifade ederken tek bir değişken ile ifade etmek bizi en doğru sonuca ulaştırmaz. Bu yüzden hem üyelik derecelerinin, hem üye olmama derecelerinin hem de tereddüt derecelerinin aynı anda göz önünde bulundurulduğu bir sistem oluşturarak sonucun en verimli olmasını hedefliyoruz. Sezgisel bulanık teori temeline dayanarak öğrencilerin sınav puanlarında almış oldukları puanları derecelendirerek; yanlış yanıtladıkları veya yanıtlamadıkları soruların da bir anlam ifade ettiğini göstermek istiyoruz. Burada öğrencilerin sınavda doğru yanıtladıkları sorular üyelik derecesini, yanlış yanıtladıkları sorular üye olmama derecesini, yanıt vermedikleri sorular ise hassasiyet (tereddüt) derecesini temsil etmektedir. Karar verme, iki veya daha fazla seçenek arasında seçim yapma eylemidir. Çok kriterli karar verme ise çeşitli alternatifler arasından en iyi çözümü seçmeyi amaçlayan iyi bilinen bir kavramdır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE (Değerlendirmeleri Zenginleştirme İçin Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi) yöntemi ilk olarak Jean Pierre Brans tarafından tanımlanmıştır (Brans, 1982).

PROMETHEE yöntemi çok kriterli karar verme yöntemleri içerisinde outranking yöntemler sınıfındadır. Outranking sözcüğünün kökenine bakıldığında outrank: rütbece daha üst olmak, kıdemli olmak, geçme, geçiş anlamlarında kullanılmaktadır (Tureng, 2021). Bu kelimenin cümle içindeki kullanımına göre tam bir çeviri yapılamadığından dolayı tez boyunca "outranking" şekliyle kullanılacaktır. PROMETHEE yönteminin kullanılmasıyla, pozitif outranking akışı, negatif outranking akışı ve net outranking akışına dayalı alternatiflerin kısmi veya tam sıralaması elde edilebilir. PROMETHEE yöntemi diğer karar yöntemlerinden farklıdır çünkü her bir alternatifi kendi içinde değerlendirir. Daha sonra farklı şekillerde genişletilmiştir. Bulanık alanda tanımlandıktan sonra, sezgisel bulanık anlamında genişletilmiştir. Üyelik, üye olmama ve tereddüt derecesini içerdiğinden dolayı sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemini kullanmak daha avantajlı sonuçlar verecektir. PROMETHEE yöntemi daha sonra PROMETHEE-I ve PROMETHEE-II yöntemleri eklenerek geliştirilmiştir. Bu yöntem; diğer karar yöntemlerinden farklıdır çünkü her bir alternatifi kendi içinde değerlendirir. PROMETHEE'nin ana fikri, pozitif outranking akışı, negatif outranking akışı ve net outranking akışı temeline dayanarak alternatiflerin kısmi veya tam bir sıralamasını ortaya çıkarmaktır. Belirsizlik veya tereddüt durumunda PROMETHEE yöntemini kullanmak için sezgisel

bulanık PROMETHEE'den yararlanmak önemlidir. Çok kriterli bir karar verme sorunuyla karşılaşıldığında, karar vericinin belirli kriterler doğrultusunda alternatifler arasında en iyi alternatifi seçmesi beklenir. Ancak tüm kriterlerin önemi değişebilir. Bu durumlarda, kriterlerin ağırlıkları dikkate alınır. PROMETHEE yönteminin yararı; kriter ağırlığını göz önünde bulundurarak değerlendirme yapmasıdır. Kriterlerin ağırlıkları, kriterlerin önemli derecelerini temsil eder. Hem sezgisel bulanık kümeleri hem de kriterlerin ağırlıklarını aynı anda göz önüne alındığında, daha tutarlı ve rasyonel sonuçlar elde edilecektir. Bu nedenle; sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin kullanılması, avantajlı sonuçlar sağlayacaktır. Yeni PROMETHEE yöntemi sayesinde bütün faktörleri aynı anda değerlendirebilen, kendi içinde karşılaştırma yapabilen, hem olumlu hem de olumsuz anlamda kıyaslama yapma imkanı sunan bir algoritma geliştirilecektir. 2017 yılında düşündüğümüz bu tez ile Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan 2023 eğitim vizyonu (Millî Eğitim Bakanlığı, 2020a) birçok bakımdan örtüşmektedir. Geliştirdiğimiz algoritma sayesinde ülkemizdeki eğitim sistemine katkı sağlamayı hedefliyoruz. Bu algoritma, hedefler doğrultusunda geliştirilebilecek nitelikte sağlam temelli bir algoritmadır. Eğitimde seçme ve değerlendirme sürecinde alanında uzman eğitimci araştırmacıların rolü çok büyüktür. Bu tezde geliştirdiğimiz algoritma matematiksel altyapısı bakımından sağlam bir algoritma olup algoritmada kriterlerin eklenip, çıkartılması; kriterlerin önem derecelerinin değiştirilmesi, her bir kriterle özgü kullanılan ölçüt türleri, aggregation operatörlerinin değiştirilmesi gibi seçimler; alanında uzman kişilerin hedefleri doğrultusunda alacakları kararlara bağlıdır. Geliştirmiş olduğumuz algoritma sorunsuz çalışmakta olup bize daha verimli bir sürece yönlendirecek sonuçlar vermekte ve yorumlar yaptırmaktadır. Eğitimde seçme ve değerlendirme süreci için altyapısını kurmuş olduğumuz algoritma ve yöntemle çok daha verimli süreç geçirileceğini iddia ediyoruz. Bireyin doğumundan ölümüne kadar olan süreçte aldığı kararlar doğrultusunda hayatının şekilleneceği göz önüne alınırsa bireyin eğitim ve öğretim sürecinde doğru yönlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Amaç; nitelikli bireyler yetiştirerek ülke geleceğinde refah seviyesini yükseltmektir. İlk olarak ailede başlayan eğitim, ailenin çocuğunu bilinçli yetiştirmesi, onun isteklerine ve yeteneklerine göre yönlendirmesi en önemli unsurlardan birisidir. Bundan dolayı ailelerin bilinçlendirilmesi, gerekirse eğitimler verilmesi gerekmektedir. Çocuk biraz daha büyüdüğünde okul öncesi sürecinde kreşler ya da ana okulları önemli bir rol üstlenmektedir. Okul öncesinde öğrencinin el becerisi, analiz etme yeteneği, yabancı dil temeli,

müzik ve resim yeteneği, ince motor gelişimi gibi özellikleri keşfedilir. Okul öncesinden itibaren bilinçli öğretmenler ve aileler tarafından öğrenciler yeteneklerine ve ilgilerine göre bir alana yönlendirildikleri zaman o bireyin meslek sahibi olmasına kadar ve sonrasındaki bütün hayatı boyunca işe bağlılığı ve mutluluğunu etkileyen bir süreci yönlendirmiş olacaktırlardır. İlköğretimden itibaren öğrenciler belirli sınavlarla önce bir ortaöğretim programına yerleştirme sonrasında ise meslek sahibi olması için lisans veya önlisans programlarına yerleştirme yapılmaktadır. İlköğretimden itibaren öğrenciler sınavlarda yaptıkları başarılar doğrultusunda değerlendirilmektedir. Gerek ortaöğretim kurumlarına giriş sınavı, gerekse lisans veya önlisans kurumlarına geçiş sınavı olsun; her durumda öğrencilerin belirli bir süreç sonunda sınav başarısı göstermesi beklenmektedir. Bu tezde geliştirilen algoritma sayesinde öğrencinin her dönem başarıları ve başarısını etkileyen diğer faktörleri değerlendirilerek öğrenciye özel bir sistem sayesinde öğretmenlerin ve ailelerin de dahil olduğu kademeli bir sistem düşünülmüştür. Her dönem öğrenciye özgü kişisel sistemi incelenerek başarılarındaki artış ve düşüş gözlemlenerek varsa sorun rehberlik öğretmenleri tarafından çözüm için uğraşılmalıdır. Ayrıca öğrenci ve öğretmen başarısını etkileyen faktörler incelenebilir ve gerekli çözüm için uzman ve yetkililer tarafından çalışmalar yapılabilir. Bu tezde geliştirmiş olduğumuz algoritmayla, ülke geleceğinde çok etkili olduğunu bildiğimiz ve geleceğimizi emanet ettiğimiz öğretmenlerin ve öğrencilerin verimliliklerini arttıracaklarını dolayısıyla eğitim probleminin daha sorunsuz olacağı kanaatindeyiz. Sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemiyle geliştirmiş olduğumuz algoritma; birden çok kriterin devreye girdiği, her kriterin önem derecesinin değiştiği veya aynı kaldığı, hem olumlu hem de olumsuz anlamda sıralamanın önem arz ettiği, tereddütlerin devrede olduğu bütün karar verme süreçlerinde oldukça kullanışlı ve etkili bir yöntemdir. Ayrıca Covid-19 süreci; bize tahmin etmenin, hızlı ve doğru kararlar verebilmenin ve altyapıyı hazırlamanın önemli olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, böyle bir çalışma eğitim sürecinin iyi ve düzgün bir şekilde sürdürülmesi açısından oldukça önem arz etmektedir. Aynı zamanda, bu süreçte birçok kriter ve alternatiflere karşı doğru kararlar veren altyapı eksikliği, bu tür çalışmaların hem malzeme hem de değerlendirme açısından önemini vurgulamıştır. Ayrıca, bulanık mantık ve sezgisel bulanık teoremin çok kriterli karar vermede iyi sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Her öğrencinin demografik özellikleri, psikolojik özellikleri, kişilik özellikleri, aile durumu, bilgisi ve becerisi birbirinden farklıdır. Fakat mevcut sistemle bu durumlar göz önüne alınmadan sadece sınav başarısıyla değerlendirme

yapılmaktadır. Bu tezi okurken;

- Günümüz eğitim sisteminde değerlendirme yapılırken nelere dikkat ediliyor?
- Her öğrenci kendi ilgi, yetenek veya isteklerine göre bir bölüme yerleşebiliyor mu?
- Okul öncesinden başlayarak öğrencilerin yetenek ve ilgileri gözlemlenip buna göre yönlendirme yapılıyor mu?
- Öğrencilerin sınav sonuç puanları hesaplanırken başarıyı etkileyen faktörler göz önüne alınıyor mu?
- Sadece sınav sonuç puanına göre öğrencileri herhangi bir eğitim kurumuna yerleştirmek ne kadar doğru?

soruları düşünülüp bunun uygun, doğru, adil bir sistem olup olmadığı göz önüne alınmıştır. Bu tezde hedeflediğimiz; PROMETHEE yöntemiyle bir algoritma kurarak başarıyı etkileyen olumlu veya olumsuz bütün faktörleri aynı anda değerlendirecek, bu faktörlerin her birine ayrı ayrı önem derecesi (katkı puanı) vermemizi sağlayacak ve sonunda bize bir değerlendirme puanı vererek sıralama yapacak ve seçecek bir sistem oluşturmaktır. Tezin giriş bölümünde; bulanık mantık, sezgisel bulanık küme teori, karar verme, çok kriterli karar verme kavramları detaylı olarak açıklanmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulama alanlarında en çok kullanılan yöntemler açıklanmış, algoritmalarından bahsedilmiştir. Tezimizin asıl temelinin oluşturduğu ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE yöntemi detaylı olarak açıklanmış; çalışma prensibi, kriter tipleri, outranking ilişkileri, PROMETHEE I, PROMETHEE II, yöntemin geometrik yorumu ve GAIA düzlemi, avantajları ve dezavantajları, bulanık mantık kapsamında geliştirilmiş bulanık PROMETHEE ve sezgisel bulanık teori kapsamında geliştirilmiş sezgisel bulanık PROMETHEE, eğitimde başarıyı etkileyen faktörler gibi kavramlar detaylı olarak adım adım açıklanmıştır. Tezin temel tanım ve teoremler bölümünde ise matematiksel altyapıyı oluşturmak amacıyla bulanık mantık, sonrasında ise çalışmalarını bulanık mantık ile yapmak isteyen araştırmacıların faydalanabileceği bulanık üyelik fonksiyon tipleri, dilsel değişkenler, bulanık sayılar gibi kavramlar detaylı biçimde incelenmiş ve açıklanmıştır. Sezgisel bulanık küme teoriyle birlikte ise sezgisel bulanık sayılar, sezgisel bulanık aggregation operatörleri, sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin matematiksel altyapısı, sezgisel bulanık PROMETHEE algoritması kavramları

açıklanmıştır. Bu bölüme kadar sunulan tüm bilgiler, algoritma ve diğer bütün matematiksel kavramlar tüm detaylarıyla açıklanmış olan bu tezin PROMETHEE yöntemi çalışmak isteyen araştırmacılar için temel bir kaynak olması hedeflenmiştir. PROMETHEE, bulanık PROMETHEE ve sezgisel bulanık PROMETHEE konularında çalışmak isteyen araştırmacılar için bütün kriter tipleri, aggregation yöntemleri, kontrollü kümeler tek tek ifade edilirken; kurulan sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin algoritması en genel hatlarıyla açıklanmıştır. Bu tezde kontrollü kümeler çok önemli bir rol oynamaktadır. Kriterlerin önem derecelerinin sezgisel bulanık değerlerle ifade edileceği durumlarda; çoğu karar verici üye olma, üye olmama ve hassasiyet değerlerini nasıl bir derecelendirme ile belirleyecekleri konusunda sıkıntı yaşamışlardır. Dolayısıyla üyelik derecesi olan ve üye olmama derecesi, hassasiyet derecesi olmayan herhangi bir unsuru bulmak için diğerlerini kontrol edecek bir unsur da mevcut olmalıdır. Kontrollü kümeler sayesinde bu sıkıntılar çözüme kavuşmuştur. Bu tezde kriterlerin önem dereceleri belirlenirken kontrollü kümelerden faydalanılmıştır. Sezgisel bulanık PROMETHEE algoritması bölümünde verilen algoritma tüm araştırmacıların kullanabileceği bir algoritmadır. Algoritmadaki tüm adımlar ve hesaplamalar bütün yönleriyle ifade edilmiştir. Herhangi bir alanda sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminden yararlanmak isteyen araştırmacılar bu algoritmayı gönül rahatlığıyla kullanabilir. Algoritma için değişiklik gösterebilecek; verilen bulanıklaştırılması ya da sezgisel bulanık kümelerle ifade edilmesi, kriter tipleri, aggregation operatörleri, kriterlerin önem ağırlıkları gibi kavramların karar vericiler tarafından kolaylıkla belirlenebilmesi için önceki bölümlerde bu kavramlara yönelik detaylı bilgiler de paylaşılmıştır. Amacımız; avantajlı olduğunu düşündüğümüz ve henüz kısıtlı bir alanda uygulama sahibi olan sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin uygulanabilirliğini arttırmak, araştırmacıların yöntemin avantajlarından faydalanmasını sağlamaktır. Tezin sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin uygulaması bölümünde ise geliştirmiş olduğumuz algoritma eğitimde seçme ve değerlendirme alanında farklı 2 uygulama şekliyle ele alınmıştır. Uygulamaların hesaplamaları, adımları açıklanmış; elde edilen sonuçlar ise detaylıca yorumlanmıştır. Sonuç ve öneriler bölümünde ise tezimizde hedefleri doğrultusunda elde edilen sonuçlar, yöntemi kullanmak isteyen araştırmacılara yönelik öneriler ve tezin esas amacına yönelik yani eğitimde seçme ve değerlendirmede öğrencilerin daha nitelikli olmasına yönelik kurulan temel algoritmanın geliştirilmesi için öneriler sunulmuştur. Tezin ekler bölümünde; uygulama alanında kullanmak için ölçeklerin Kahramanmaraş İl

Millî Eğitim Müdürlüğü tarafından verilen izinleri, ölçek sahiplerinden mail yoluyla alınan izinler ve ölçeklerin orijinal halleri yer almaktadır.

1.1. Bulanık Mantık

Bulanık kelimesi Türk Dil Kurumu'nun sözlüğünde "Bulanmış olan, duru olmayan, niteliği tam anlaşılmayan" şeklinde ifade edilmektedir (TDK, 2020). Bulanık mantık, değişkenlerin doğruluk değerlerinin her ikisi dahil 0 ile 1 arasındaki herhangi bir gerçek sayı olabileceği çok değerli bir mantık biçimidir. Doğruluk değerinin tamamen doğru ile tamamen yanlış arasında değişebileceği kısmi gerçek kavramını işlemek için kullanılır. Bulanık mantık, insanların kesin olmayan ve sayısal olmayan bilgilere dayanarak kararlar verdiği gözlemine dayanır. Bulanık modeller veya kümeler, belirsizliği ve kesin olmayan bilgileri (dolayısıyla bulanık terimi) temsil etmenin matematiksel araçlarıdır. Bu modeller belirsiz ve kesinlikten yoksun veri ve bilgileri tanıma, temsil etme, kullanma, yorumlama ve kullanma becerisine sahiptir. Bulanık mantık kavramı klasik mantık üzerine inşa edilmiştir. Hayatın her alanında netlik olmadığı aşikardır. Kesinliğin olmadığı, netliğin tam olmadığı durumlarda bulanık mantık araç olarak devreye girmektedir. Bulanık mantıkta derecelendirme mantığı ön plandadır. Üyelere üyelik ve üye olmama fonksiyonları vererek, üyelerinin kümeye dahil olmalarını derecelendirmektedir. Üye olma ve üye olmama derecelerinin toplamı daima 1'i vermelidir. Bulanık mantık kavramı ilk defa Zadeh tarafından ortaya atılmıştır (Zadeh, 1965). Bulanık mantığın mucidi Zadeh, bilgisayarlardan farklı olarak, insan karar verme sürecinin "Evet" ve "Hayır" arasında "Kesinlikle Evet", "Muhtemelen Evet", "Bilmiyorum", "Muhtemelen Hayır", "Kesinlikle Hayır" gibi bir dizi değişik durum içerdiğini söyler (Zadeh, 1965). Araştırmacılar klasik mantıktaki kavramları bulanık mantık çerçevesinde ifade ederek matematiksel altyapısını anlamaya çalışmışlardır. Günümüzde birçok araştırmacının ilgi konusu olan bulanık mantık kavramı avantajlarından dolayı uygulama alanlarının birçoğunda yer bulmuştur. Hatta bilimin bu mantığa göre yeniden oluşturulduğu söyleyebiliriz.

1.2. Sezgisel Bulanık Teori

Bulanık mantığı araştıran ve uygulama alanında değerlendiren çalışmacıların karşılaştığı en büyük sorunlardan birisi tereddüt veya belirsizlik kavramının devreye girdiği durumlar olmuştur. Araştırmacılar bulanık mantığın da yetersiz kaldığı, belirsizlik ve tereddüt durumlarını fark ederek yeni bir kavram tanımlamışlardır. Temeli klasik mantık ve bulanık mantığa dayanan sezgisel bulanık teori (intuitionistic fuzzy) kavramı ilk kez 1983 yılında Atanas-

sov tarafından tanımlanmıştır (Atanassov, 1983). Sezgisel bulanık teoride, bulanık mantığa ek olarak tereddüt (hassasiyet) derecesi kavramı öne çıkmaktadır. Üye olma, üye olmama ve hassasiyet dereceleri; toplamı 1 olmak şartıyla $[0, 1]$ aralığının elemanlarıdır. Buradan da anlaşılacağı üzere sezgisel bulanık teoride üye olma ve üye olmama derecelerinin toplamı birim aralıkta olmalıdır, 1'den bu toplamın farkı ise hassasiyet derecesini vermektedir. Sezgisel bulanık teori birçok araştırmacının dikkatini çekmiş, uygulama alanlarında kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Eğitim alanında uygulamasını verdiğimiz bu tezde, sezgisel bulanık teorelinin rolü şu şekilde açıklanabilir: Öğrencilerin sınav sonuçları girdikleri sınav bazında doğru, yanlış ve boş şeklinde sınıflandırılmaktadır. Öğrencinin doğru ve yanlış yanıtları soruya verdiği cevaplara göre değerlendirilmiştir. Fakat boş bıraktığı sorular üzerinden günümüz değerlendirme sisteminde bir yorum yapılamamaktadır. Sınav sonuçları değerlendirilirken öğrencilerin sadece doğru ve yanlış cevapları dikkate alınmaktadır. Peki öğrencinin boş bıraktığı sorular nasıl bir anlam ifade etmektedir? Öğrenci o konuyu gerçekten bilmiyor anlamına gelebilir mi? Ya da o konuyu bilmediğini diğer ilişkili konularla ölçmenin bir yolu var mıdır? Öğrenci aynı tip sorulardan birini doğru yapıp diğerini boş bırakıyorsa, boş bıraktığı soru için bu konuyu bilmiyor diye genellemek ne kadar doğrudur? İşte bu soruların cevapları bizi tereddüt derecesine götürmektedir. Eğitimde değerlendirme sisteminin sezgisel bulanık tabanlı bir sistemle yenilenmesi gerektiğini savunmamızın en önemli sebeplerinden birisi budur. Sezgisel bulanık teori sayesinde öğrencinin doğru veya yanlış yanıtladığı ya da yanıtlamadığı her sorunun anlamlandırması yapılmaktadır.

Sezgisel bulanık teori hem matematiksel altyapısı incelenirken hem de günümüzde birçok uygulama alanında avantajlarından dolayı araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Araştırma ve uygulama alanları şu şekilde ifade edilebilir: cebirsel yapılar, operatörler, benzerlik ölçüleri, topolojik yapılar, birçok mühendislik alanı, işletme alanı, bilgisayar, akıllı sistemler, ziraat, eğitim sisteminde değerlendirme, eğitim sisteminde öğrenci başarıları kontrolü, okulların başarı sıralamaları, personel seçimi, tıp, teşhis koyma, karar verme, çok kriterli karar verme, yenilenebilir enerji kaynakları, tedarikçi seçimi, tekstil, endüstri mühendisliği, yatırım sektörü, yaşam analizi, akıllı tarım, yapay zeka, derin öğrenme, sinir ağları, kriterler arası analiz, harita sinir ağı, siber güvenlik, oyun teorisi, denetleyiciler, akıl yürütme ve daha birçok uygulama alanları (Acioğlu, 2017; Atan ve ark., 2020; Atanassov, 1983; Atanassov, 1986; Atanassov, 1999; Atanassov, 2012; Bal, 2016; Boltürk, 2019; Boran, 2009; Bozveliev ve ark.,

2019; Çitil ve Çuvalcıoğlu, 2014; Çitil ve Tuğrul, 2016; Çitil ve Tuğrul, 2018; Çitil, 2019; Çitil ve ark., 2019; Çuvalcıoğlu, 2013a, 2013b, 2017a, 2017b; Çuvalcıoğlu ve Aykut, 2015; Çuvalcıoğlu ve Yorulmaz, 2016; Çuvalcıoğlu ve ark., 2018; Çuvalcıoğlu ve ark., 2019; Darınde, 2019; Eker, 2016; Ersen, 2019; Günter, 2019; Karatepe, 2019; Koyuncu, 2013; Kutlu, 2016; Kutlu ve ark., 2020; Li, 2014; Surchev ve ark., 2018; Söylemez, 2013; Tarsuslu ve Çuvalcıoğlu, 2016; Tarsuslu, 2018; Tuğrul, 2017; Tuğrul ve ark., 2017; Tuğrul ve ark., 2018; Tuğrul ve ark., 2019a; Tuğrul ve ark., 2019b; Yalçın, 2012; Yıldız, 2018; Yılmaz, 2012).

1.3. Karar Verme

Türk Dil Kurumu'nun sözlüğünde karar; "Bir iş veya sorun hakkında düşünülerek verilen kesin yargı, herhangi bir durum için tartışılarak verilen kesin yargı, hüküm" olarak tanımlanırken karar verme ise "Bir sorunu karara bağlamak, kararlaştırmak" şeklinde tanımlanmıştır (TDK). Karar verme (Decision Making), hem birey hem de toplum için oldukça önem arz eden bir konudur. Verilen kararın sonucunda oluşabilecek riskler, olumsuzluklar düşünüldüğünde ne kadar sağlıklı, doğru, kontrollü bir karar verme süreci geçirilirse sonucu da o kadar verimli olacaktır. Bundan dolayı karar verme eylemi gerçekleştirilirken gerek bireyler, gerek toplum ve şirketler veya sistemler kısaca karar alınan herhangi bir kuruluş yıllar geçtikçe en iyi karar vermenin yollarını araştırmaya başlamışlardır. Hedefler doğrultusunda, elimizdeki mevcut seçeneklerin arasından birisini seçme eylemini karar verme olarak tanımlayabiliriz. Karar verme sürecinin aşamaları şu şekildedir (Koçel, 2001):

- Amaç ya da problem belirleme
- Amaç ve problemi inceleyip önceliği belirleme,
- Alternatif belirleme,
- Alternatifleri inceleme ve değerlendirme,
- Seçim kriterini belirleme ve seçim yapma

Karar verme eylemi gerçekleştirilirken aşağıdaki elemanlara ihtiyaç duyulmaktadır (Çakar, 2020; Yıldırım, 2018):

- Karar Verici: Mevcut seçenekler içerisinde seçim yapan kişi ya da grubu yansıtır.
- Amaç: Karar vericinin ulaşmak istediği durumlar.

- Kriter/Ölçüt: Karar vericinin seçimini oluştururken kullanacağı değerler sistemidir.
- Alternatifler/Seçenekler: Karar vericinin tercihleri, kontrol edilebilir değişkenlerdir.
- Olaylar: Kontrol edilemeyen değişkenler olup, karar vericinin seçimlerini etkileyen çevre şartlarıdır.
- Karar Verme Yöntemi: Karar verme eylemini gerçekleştirirken izlenecek yoldur.
- Sonuç: Karar verme işlemi sonucunda ortaya çıkan değerdir.

1.3.1. Karar Tipleri

Çoğunlukla aşağıdaki sınıflandırmalara göre karar tipleri belirlenmektedir (Halaç, 1991; Koçel, 2001):

- Programlanabilen ve programlanamayan kararlar
- Stratejik ve operasyonel kararlar
- Kişi ve grup kararları
- Alt ve üst kademe kararları
- Belirlilik ve belirsizlik şartları altında verilen kararlardır.

Kararlar, olayların gerçekleşme durumları arasındaki ilişkiye göre aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir (Yıldırım, 2018):

- Belirlilik halinde karar verme
- Risk halinde karar verme
- Belirsizlik halinde karar verme
 - Eş Olasılık (Laplace) Kriteri
 - Kötümserlik (Maximin) Kriteri
 - Pişmanlık (Minimax) Kriteri
 - İyimserlik (Maximax) Kriteri
 - Hurwicz Kriteri

- Kısmi bilgi halinde karar verme
 - Karar Ağaçları
- Rekabet halinde karar verme olarak da sınıflandırılabilir.

1.4. Çok Kriterli Karar Verme

Tek bir kriterin olduğu bir problemde seçim yapma eylemi gayet kolay bir eylemdir. Alternatifler (seçenekler) ve kriterler(ölçütler) arttığı zaman bütün kriterleri aynı anda hesaplayarak en doğru çözüme ulaşmak eylemi ise normale göre zor bir iştir. Bu ihtiyaçlardan dolayı 1960'lı yıllarda ortaya çıkan çok kriterli (ölçütlü) karar verme problemleri bir çok araştırmacının dikkatini çeken ve üzerine yoğunlaşılan bir alan olmuştur. Çok kriterli (ölçütlü) karar vermenin (Multi Criteria Decision Making-MCDM) amacı; alternatifler ve kriterler çoğaldığında karar verirken hepsini kontrol altında tutabilecek bir mekanizma oluşturmak en doğru sonuca en kolay yoldan ulaşmaktır. MCDM (Multi Criteria Decision Making) veya MCDA (Multi Criteria Decision Analysis), çok kriterli karar verme ve çok kriterli karar analizi için iyi bilinen kısaltmalardır. Çok kriterli karar verme, çoklu kriterleri içeren karar ve planlama problemlerini yapılandırmak ve çözmekle ilgilenmektedir. Amaç, bu tür sorunlarla karşılaşan karar vericileri desteklemektir. Tipik olarak, bu tür problemler için benzersiz bir optimal çözüm yoktur ve çözümler arasında ayırım yapmak için karar vericinin tercihlerini kullanmak gerekir (Yıldırım; 2018). Hayatımızın her alanında karar almak önemli bir rol oynamaktadır. Doğduğumuz andan itibaren aldığımız kararların sonuçlarına göre hayatımız şekillenmektedir. Karar verici pozisyonuna gelindiğinde ise karar verme eyleminin sonucunun doğurabileceği zararları en aza indirmek için karar verme sürecini çok yönlü düşünerek, süreci en verimli biçimde geçirmek hedeflenmektedir. Küçük yaşta aileler çocuklar için karar verici konumunda olup çocuklarını en güzel yetiştirmek için bazı kararlar alırlar. Sonrasında çocuklar okullara başladıktan sonra eğitim öğretim sürecinde bir karar verme mekanizmasının içerisinde yer alarak belli sınavlara tabii tutulurlar. Bu mekanizmanın işleminde birçok kriter devreye girmektedir. Ve kriterler her açıdan bu mekanizma içerisinde öğrenciyi etkilemektedir. Belli süreçler içerisinde mesela ilköğretim, orta öğretim ve lisans eğitimi gibi süreçlerde kriterler değişiklik göstermektedir. Her sürecin sonunda yapılan karar verme eylemi farklıdır. Mesela sürecin birinde öğrencinin belirli bir ortaöğretim programına yerleşmesi hedefleniyorsa diğer süreçte ise öğrencinin meslek sahibi olacağı yönde bir li-

sans eğitimi görmesi hedeflenmektedir. Kısacası eğitimde seçme ve değerlendirme süreci çok kriterli karar verme sürecidir. Çok kriterli karar verme problemlerinde karar süreci takip edilecek aşağıdaki adımları içerir (Majumder, 2015):

1. Karar verme sürecinin amacını / amacını belirlemek
2. Kriterlerin Seçilmesi / Parametreler / Faktörler / Karar Verici
3. Alternatiflerin seçimi
4. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin seçimi
5. Aggregation yönteminin seçimi
6. Aggregation sonuçlarına dayalı karar verme

Çok kriterli karar verme süreci aşağıda açıklandığı gibi ortak bir çalışma prensibini takip eder:

1. Kriterlerin Seçimi: Seçilen kriterler şöyle olmalıdır;
 - Karar ile uyumlu
 - Birbirinden bağımsız
 - Aynı ölçekte temsil edilebilen
 - Ölçülebilir
 - Alternatiflerden bağımsız
2. Alternatiflerin Seçimi: Seçilen alternatifler şöyle olmalıdır;
 - Mevcut
 - Karşılaştırılabilir
 - Pratik / Uygulanabilir
3. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin seçimi: Outranking yöntemleri veya telafi edici olabilir;
 - Telafi Edici Yöntem Örneği:

- Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)
- Outranking Yöntemi Örneği:
 - ELECTRE,
 - Değerlendirmelerin Zenginleştirilmesi için Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi (PROMETHEE)

4. Aggregation Yöntemi

- Ürün olabilir
- Ortalama olabilir
- Bir işlev olabilir
- Bu aggregation işleminin sonucu aslında en iyi alternatifi mevcut seçeneklerden ayıracaktır.

Çok kriterli karar verme yöntemleri aşağıdaki gibi iki gruba ayrılabilir (Majumder,2015):

1. Telif Edici Yöntemler

Telif edici yöntemlerin diğer bir adıyla fayda teorisine dayalı yöntemlerin temel ilkesi, öncelikle her bir alternatifin değerlendirme değerlerini farklı kriterler üzerinden genel bir indekste birleştirmek, ardından alternatifleri genel değerlere göre sıralamaktır. Bir alternatifin cazip nitelikleri, daha az cazip olanları telif edebilir bundan dolayı bu yöntemlerde sistematik bir karar alma prosedürü izlenmelidir. Telif edici bir modelde bir özellik üzerindeki pozitif puan, başka bir özellik üzerindeki negatif puandan daha ağır basabilir. Telif edici bir karar, tüketicinin bir ürünün iyi ve kötü özelliklerini "alıp satmasını" içerir. Örneğin, bir otomobilin fiyatı düşük ve iyi bir gaz kilometresi olabilir, ancak yavaş ivmelenebilir. Fiyat yeterince ucuz ve gaz tasarruflu ise, tüketici daha fazla maliyete sahip ve daha fazla gaz kullanan daha iyi bir hızlanma ile bir araba seçebilir. Bazen bir karar telif edici olmayan bir strateji içerebilir. Örneğin, bir ebeveyn yapay tatlandırıcılar içeren tüm içecekleri reddedebilir. Burada, tat ve düşük kaloriler gibi diğer iyi özellikler, bu "pazarlık edilemez" özelliğin üstesinden gelemez. Bir tüketicinin araştırmaya harcadığı çaba, pazar (Birkaç rakip var ve markalar arasındaki farkların ne kadar büyük olması bekleniyor?), Ürün özellikleri (Bu ürün ne kadar önemli? Kalite göstergeleri ne kadar açıktır?), tüketici özellikleri (Bir tüketici ürünün özelliklerini analiz ediyor mu?) ve durumsal özellikler dikkate alınmalıdır.

2. Outranking Yöntemler

Şu ana kadar tartışılanlardan oldukça farklı bir yaklaşım Fransa'da geliştirilmiş ve çoğu Avrupa ülkelerinde oldukça fazla uygulama alanı sağlamıştır. Geçiş kavramına bağlıdır. Outranking yöntemler, belirli bir anlamda egemen olan alternatifleri ortadan kaldırmak için geçiş kavramını kullanmaktadır. Bazı kriterlere diğerlerinden daha fazla etki sağlamak için ağırlıklar kullanılır. Bir seçeneğin, diğerini yeterli öneme sahip yeterli kriterlerden daha iyi performans göstermesi durumunda (kriter ağırlıklarının toplamıyla yansıtıldığı gibi) ve herhangi bir kriter üzerinde önemli ölçüde düşük bir performans kaydetme anlamında diğer seçenekten daha iyi performans göstermediği söylenir. Daha sonra tüm seçenekler, bir çift eşik parametresine göre ölçüldüğü düşünülen seçeneklerin tamamı için yeterli bir geçiş gösterme dereceleri açısından değerlendirilir. Geçiş yöntemlerinin ilginç bir özelliği, belirli koşullar altında, iki seçeneğin "karşılaştırılmaz" olarak sınıflandırılmasının mümkün olmasıdır ("karşılaştırılması zor" fikrini ifade etmenin daha iyi bir yoludur). İki seçeneğin karşılaştırılmazlığı, iki seçenek arasındaki ilgisizlikle aynı değildir ve örneğin, değerlendirme yapılırken eksik bilgilerle ilişkilendirilebilir. Geçiş yaklaşımı hakkında dile getirilen temel endişe, geçişi kesin olarak neyin oluşturduğuna ve eşik parametrelerinin karar verici tarafından nasıl ayarlandığına dair oldukça keyfi tanımlara bağlı olmasıdır. Bununla birlikte, geride kalan kısım dolaylı olarak karar vermenin bazı gerçeklerini yakalar. Özellikle, herhangi bir kriterde kötü performans gösteren seçenekleri düşürür (bu da ilgili taraflardan güçlü lobi faaliyetlerini etkinleştirebilir ve söz konusu seçeneği uygulamada zorluk çekebilir). Ayrıca, seçenekler arasındaki tercihlerin nasıl oluşturulduğunu keşfetmek için etkili bir araç olabilir.

1.4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri aşağıdaki şekilde listelenebilir:

1. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHP)
2. ANALİTİK AĞ SÜRECİ
3. VIKOR
4. TOPSIS
5. ELECTRE
6. PROMETHEE

7. MOORA
8. ARAS
9. COPRAS
10. CRITIC
11. DEMATEL
12. ENTROPİ
13. GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ
14. MACBETH
15. SWARA
16. WASPAS
17. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Çok kriterli karar verme yöntemleri senelerdir üzerinde çalışılan bir alan olup, uygulama alanı oldukça genişlemiştir. Ülkemizde ve dünya çapında birçok uygulama alanında bu yöntemler kullanılarak karar verme mekanizmaları oluşturulup doğru kararlar alınmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden en çok kullanılan yöntemlerin çalışma prensipleri aşağıda açıklanmıştır.

1.4.1.1. AHP Yöntemi

AHP (Analytic Hierarchy Process) yani Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ilk olarak 1980 yılında Saaty tarafından bir çok kriterli karar verme yöntemi olarak tanımlanmıştır (Saaty, 1980). AHP yönteminin algoritması şu adımları takip ederek ilerlemektedir:

- **Adım 1:** Problemin tanımlanması
- **Adım 2:** Kriterlerin/Alternatiflerin belirlenmesi
- **Adım 3:** Hiyerarşik yapının oluşturulması
- **Adım 4:** İkili karşılaştırmaların gerçekleştirilmesi
- **Adım 5:** İkili karşılaştırma matrislerinin normalizasyonu

- **Adım 6:** Öncelik vektörlerinin hesaplanması
- **Adım 7:** Tutarlılık testleri
- **Adım 8:** Karar matrisinin oluşturulması
- **Adım 9:** Nihai öncelik vektörünün hesaplanması

AHP yöntemi temelde alternatif ve kriterler arasında ikili karşılaştırma temeline dayanması özelliğiyle diğer yöntemlerden ayrılır. İkili karşılaştırmalar alternatif veya kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin (ağırlıklarının) karşılaştırılması ile oluşur. Bu ikili karşılaştırmalar yapılırken Saaty'nin tanımladığı "AHP İkili Karşılaştırma Ölçeği" kullanılır, bu ölçekte ikili karşılaştırma değerleri 1-9 arasında değişmektedir (Saaty, 1980). Yönteme başlarken ilk olarak hiyerarşik ilişki kurulduktan sonra ilgili ölçeğe göre her bir kriter ve alternatif için önem dereceleri belirlenir. Yöntemin matematiksel altyapısı incelendiğinde; karar matrisinde asal köşegen elemanların 1 olduğu, diğer elemanların ise köşegene göre ters bir simetriklik özelliği taşıdığı görülmektedir. AHP yönteminde öne çıkan özellik; hiyerarşik yapıya göre bir karar verme mekanizması oluşturması dolayısıyla her bir alan için ayrı ayrı alanlarında uzman karar vericilerin istekleri, talepleri, düşünceleri de hesaba katılarak aynı zamanda önem dereceleri de devrede olan bir sistem oluşturmasıdır (Ayçin, 2019; Çelikbilek, 2018; Yıldırım ve Önder, 2018). Otomotiv, lojistik, tedarikçi seçimi, finans, yönetim sektörü, performans değerlendirmesi, eğitim sistemi, sürdürülebilirlik uygulamaları, bankacılık sektörü, satın alma süreci gibi birçok alanda AHP yönteminin uygulamaları mevcuttur. Çok kriterli karar verme problemlerinde ikili karşılaştırmalarda kullanılan ölçek Saaty'nin tanımladığı ölçektir. Özellikle AHP yönteminde kullanımıyla öne çıkan bu ölçek kullanılırken kriterler ve alternatifler uzmanlar tarafından ikili olarak karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırmada sıklıkla Tablo 1'de belirtilen Saaty'nin 1-9 ölçeği kullanılmaktadır (Saaty, 1980). AHP'de karşılaştırmalar yapılırken kullanılan "Önem Dereceleri" Saaty'nin tanımladığı ölçeğe göre hesaplanır. Tablo 1'e göre karşılıklı değerler i, j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise j, i ile karşılaştırılırken atanacak değer ($1/x$) olacaktır. Ölçek en düşük değer olarak $1/9$ 'u, eşit değer olarak 1 değerini ve en yüksek değer olarak ise 9 değerini almaktadır.

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Her iki faktör aynı öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak derecede önemli	Faktörlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara değerleri temsil etmektedir.	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değerleridir.

Tablo 1: Karşılaştırma Ölçeği

1.4.1.2. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi ilk kez 1968 yılında Bernard Roy ve SEMA danışmanlık firmasındaki meslektaşları tarafından geliştirilmiştir (Roy, 1968). Birçok uygulama alanına sahip olan çok kriterli karar verme yöntemlerinden ELECTRE yöntemini diğer yöntemlerden ayıran belli başlı özellikleri vardır. Bu yöntem temelde alternatifler arasındaki ikili karşılaştırmalara (üstünlüklere) dayanmaktadır. Alternatifler arasında ikili üstünlük ilişkisi kurularak tercih edilebilirliği değerlendirilmektedir. Ayrıca diğer yöntemlerden farklı olarak ELECTRE yönteminde uyum ve uyumsuzluk kavramları devreye girmektedir. İşte bu uyum ve uyumsuzluk kavramları alternatifler arasındaki ikili üstünlüklerin veya üstün olamayışın oluşturduğu sınıflandırma şeklidir. Bu yöntemin avantajı; kriterlerin her biri diğerlerinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir. ELECTRE yönteminin algoritması aşağıdaki adımları takip ederek kurulabilir (Çelikkalek, 2018):

- **Adım 1:** Problemin tanımlanması
- **Adım 2:** Kriterlerin/Alternatiflerin belirlenmesi
- **Adım 3:** Karar matrisinin oluşturulması
- **Adım 4:** Karar matrisinin normalizasyonu
- **Adım 5:** Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılması
- **Adım 6:** Uyumluluk ve uyumsuzluk kümelerinin belirlenmesi
- **Adım 7:** Uyumluluk ve uyumsuzluk matrislerinin oluşturulması
- **Adım 8:** Uyumluluk ve uyumsuzluk değerlerinin hesaplanması
- **Adım 9:** Alternatiflerin sıralanması ve değerlendirilmesi

ELECTRE yönteminin en can alıcı noktalarından birisi olan uyum ve uyumsuzluk kümeleri, bu yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden ayıran en temel özelliğidir. Uyum ve uyumsuzluk kavramı şu şekilde açıklanmaktadır (Ayçin, 2019):

- Uyum: Alternatifler arasında x alternatifinin en az y alternatifi kadar iyi olduğunu gösterebilmek için kriterlerin çoğunluğunda x alternatifi en az y alternatifi kadar iyi olmalıdır.
- Uyumsuzluk: Uyumluluk durumu var olduğunda uyum iddiasının tersi bir şekilde alternatiflerin kıyaslaması yapılır.

İlk tanımlanan ELECTRE yöntemi uygulama alanlarında kullanılmaya başladıktan sonra gerek matematiksel altyapısı, gerek kriter ağırlıkları, gerek sıralamayı geliştirme isteği ve daha birçok sebepten dolayı geliştirilme ihtiyacı duyulmuştur. Bundan dolayı ilk tanımlanan ELECTRE yöntemi ELECTRE I adıyla bilinmektedir. Sonrasında ELECTRE II Roy ve Bertier tarafından 1973 yılında, ELECTRE III Roy tarafından 1978 yılında, ELECTRE IV Roy ve Hugonnard tarafından 1982 yılında, ELECTRE IS Roy ve Skalka tarafından 1985 yılında, ELECTRE TRI ise Roy, Bouyssou ve Yu tarafından 1991 yılında geliştirilmiştir (Figueira ve ark., 2010; Roy ve Bertier, 1973). Seçim problemlerinde ELECTRE I ve ELECTRE IS ve ELECTRE IV; sıralama problemlerinde ELECTRE II, ELECTRE III yöntemleri kullanılmaktadır. Karar verme mekanizmasında ELECTRE yöntemini kullanmak isteyen karar vericiler; kendilerine en uygun ELECTRE yöntemlerinden birini tercih edip, algoritmaları adım adım uygulayarak verimli bir karar verme mekanizması kurabilirler. ELECTRE yönteminin uygulama alanlarından bazıları şu şekildedir: İşletme, finans, personel seçimi, bankacılık sektörü, tedarik zinciri ve birçok mühendislik uygulama alanları.

1.4.1.3. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yani İdeal Çözüme Benzerlik ile Tercih Sıralaması Tekniği ilk olarak 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir (Hwang ve Yoon, 1981). Sonrasında TOPSIS yöntemine bazı katkılarda bulunulmuştur (Hwang ve ark., 1993; Yoon, 1987). Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS yönteminin temeli Pozitif İdeal Çözüm (Positive Ideal Solution-PIS) ve Negatif İdeal Çözüme (Negative Ideal Solution- NIS) dayanmaktadır. Çok kriterli karar verme mekanizmasında TOPSIS yöntemini kullanan karar vericiler; hedeflenen alternatifin pozitif ideale yakın olmasını beklerken ve aynı anda da negatif ideale uzak olmasını beklerler.

TOPSIS yönteminde temel alınan kavramlardan pozitif ideal çözüm olarak ifade edilen kavram aslında en iyi çözümü yani faydanın (ya da kazancın) maksimum olduğu zararın (ya da maliyetin) en az olduğu çözümdür. Bu kavramlardan dolayı TOPSIS yönteminde en can alıcı nokta; alternatiflerin en doğru seçimi için kriterlere göre pozitif ideal çözümü ve negatif ideal çözümü çok iyi belirlemek gerekmektedir. TOPSIS yönteminin algoritması aşağıdaki adımları izleyerek kurulabilir:

- **Adım 1:** Problemin tanımlanması
- **Adım 2:** Kriterlerin/Alternatiflerin belirlenmesi
- **Adım 3:** Karar matrisinin oluşturulması
- **Adım 4:** Normalize karar matrisinin elde edilmesi
- **Adım 5:** Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin oluşturulması
- **Adım 6:** Pozitif İdeal Çözüm (PIS) ve Negatif İdeal Çözüm (NIS) değerlerinin belirlenmesi
- **Adım 7:** PIS ne NIS değerlerine olan uzaklığın belirlenmesi
- **Adım 8:** İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması
- **Adım 9:** Alternatiflerin sıralanması ve değerlendirilmesi

TOPSIS yöntemini diğer yöntemlerden ayıran en temel özellik, yukarıda da bahsedildiği üzere pozitif ve negatif ideal çözümlere odaklanmasıdır. Karar vericiler tarafından seçmek istenen alternatiflerle ilgili hem en ideal olanı hem de en ideal olmayanı objektif bir şekilde belirleyebilmek adına yorumlar yapılabiliriyorsa bu yöntem hedefe ulaştıracaktır. TOPSIS yönteminin kullanım alanlarından bazıları şu şekildedir: Yönetim sektörü, eleman seçimi, tedarikçi seçimi, finans, tıbbi tedavi yönlendirmesi, ekonomi, risk yönetimi, şirket performansı ve seçimle ilgili birçok uygulama alanları.

1.4.1.4. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation) yani Değerlendirmeleri Zenginleştirme İçin Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi ilk olarak

1982 yılında Brans tarafından geliştirilmiştir (Brans, 1982). PROMETHEE I (kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (tam sıralama) Brans tarafından geliştirilmiştir. Birkaç yıl sonra J.P. Brans ve B. Mareschal, PROMETHEE III (aralıklara göre sıralama) ve PROMETHEE IV (sürekli durum) geliştirmişlerdir. Aynı yazarlar, 1988’de PROMETHEE metodolojisini destekleyen muhteşem bir grafik temsil sağlayan görsel etkileşimli GAIA modülünü önermişlerdir. 1992 ve 1994’te J.P. Brans ve B. Mareschal ayrıca iki uzantı önermişlerdir: PROMETHEE V (segmentasyon kısıtlamalarını içeren MCDA) ve PROMETHEE VI (insan beyninin temsili) (Brans ve Mareschal, 2005). Sonrasında PROMETHEE yöntemi Brans ve Vincke tarafından detaylı bir şekilde araştırılmış ve temelleri ortaya atılmıştır. PROMETHEE yönteminin temel mantığını anlamak isteyen bütün araştırmacılar için temel kaynak olacak bir çalışma yayınlamışlardır (Brans ve Vincke, 1985). PROMETHEE yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden outranking yöntemi sınıfındadır. Çok kriterli bir problemle ilişkili baskınlık ilişkisi, bakış açılarının oybirliğine dayanır. Bu nedenle birçok yazar, hakimiyet ilişkisini zenginleştirmek için outranking yöntemleri önermiştir. Bu zenginleştirme genellikle çoğunluk ilkesine dayanır (oybirliğine dayanmaz). Outranking yöntemleri, çok zayıf baskınlık ilişkileri ile fayda fonksiyonları tarafından üretilen aşırı baskınlık arasında bir uzlaşmadan oluşur. Her outranking yöntemi iki aşama içerir:

- Bir outranking ilişkisinin kurulması,
- Karar vericiye yardımcı olmak için bu ilişkiden yararlanılması.

Bu iki aşama farklı şekillerde ele alınabilir, sorunların türüne ve ele alınan somut durumlara göre birçok yöntem önerilmiştir. Bu alandaki en önemli yöntemler B. Roy tarafından yapılmıştır. Sonrasında ELECTRE I, II, III ve IV yöntemleri (Brans ve ark. 1975; Hugonnard ve Roy 1982; Roy 1968, 1973, 1977a, 1977b, 1978) önerilmiştir. Bu yöntemler farklı somut problemleri çözmek için başarıyla kullanılmıştır. Ancak ELECTRE yöntemleri oldukça karmaşıktır çünkü değerleri karar vericinin ve analistin belirleyeceği birçok parametreye ihtiyaç duyar. Bazılarının gerçek bir somut anlamı vardır, böylece değerleri net bir şekilde sabitlenebilir. Bununla birlikte, prosedürlerde önemli bir rol oynayan bazı değerleri (uyumluluk tutarsızlıkları ve ayrımcılık eşikleri gibi) sadece teknik bir karaktere sahiptir ve sonuçlar üzerindeki etkileri her zaman iyi anlaşılmamıştır. Dahası, ELECTRE yöntemlerinin bazılarında "güvenilirlik derecesi" kavramı karar vericiler için oldukça zordur. Sıralama problemini çözmek için iki seçenek sunulur. Olası eylemler kümesinde; PROMETHEE I kısmi bir ön sipariş

verirken, PROMETHEE II toplam bir ön sipariş verir (Brans 1982). PROMETHEE yöntemi uygulanırken dikkat edilmesi gereken noktalar şu şekildedir (Dağdeviren, 2008; Keyser ve Peeters, 1994):

- Karar verici her bir kriterin önem derecesini (ağırlıklarını) iyi ifade etmelidir.
- Karar verici alternatifleri karşılaştırırken kullandığı, her bir kriter için farklı seçebildiği tercih fonksiyonlarına ait bilgileri (eşik değerleri) iyi belirlemelidir.

PROMETHEE yöntemini diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden ayıran, en önemli özellikleri şu şekilde listelenebilir:

- Her bir kriter için farklı bir tercih fonksiyonu belirleyebilme şansı tanımaktadır. Dolayısıyla karar verici, her kriteri kendine özgü biçimde değerlendirme hakkına sahip olur.
- Hem olumlu hem de olumsuz sıralamayı aynı anda gözlemleme şansını sunarak, net sıralama ile ilgili yorum yaparken daha iyi yol gösterici yorumlar yapmamızı sağlar.

1.4.1.4.1. PROMETHEE Yönteminin Çalışma Prensibi

PROMETHEE yönteminin çalışma prensibi şu şekilde açıklanmıştır (Brans and Vincke, 1985):

1.4.1.4.1.1. Kriter Kavramının Genişletilmesi ve Kriter Tipleri

K 'da klasik bir kriter kavramı " I, P tercih yapısı" şeklinde temsil edilir. Eğer f gerçekten bir kriter ise o zaman;

$$\begin{aligned} aPb & \text{ gerek ve yeter şart } f(a) > f(b) \\ aIb & \text{ gerek ve yeter şart } f(a) = f(b) \end{aligned} \quad (1.1)$$

burada P ve I sırasıyla tercihi ve ilgisizliği gösterir. Karar vericinin tercihlerinin böyle bir modellemesi, $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki küçük veya büyük sapmalar için katı tercihlerde hiçbir ayırım yapılmadığı anlamına gelir. Dahası, kayıtsızlık kavramı zorunlu olarak geçişlidir. Bu nedenlerden dolayı, Roy (Roy, 1977a) gibi bazı yazarlar, benzeri ölçüt ve sözde ölçüt kavramlarını ortaya koymuştur. Benzeri ölçüt, daha geniş bir farksızlık alanı göz önünde bulundurularak tanımlanmıştır ve sözde ölçüt kayıtsızlık ve tercih arasındaki tereddüt alanını dikkate alır. PROMETHEE yöntemlerinde, her ölçüt için bazı olası uzantıları göz önünde

	$f_1(\cdot)$	$f_2(\cdot)$	$\dots$	$f_h(\cdot)$	$\dots$	$f_k(\cdot)$
a_1	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	$\dots$	$f_h(a_1)$	$\dots$	$f_k(a_1)$
a_2	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	$\dots$	$f_h(a_2)$	$\dots$	$f_k(a_2)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
a_i	$f_1(a_i)$	$f_2(a_i)$	$\dots$	$f_h(a_i)$	$\dots$	$f_k(a_i)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
a_n	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	$\dots$	$f_h(a_n)$	$\dots$	$f_k(a_n)$

Tablo 2: Kriter ve Alternatiflerin Değerlendirme Tablosu

bulundurarak karar vericinin tercihlerinin modellenmesini değiştirmesi de önerilmektedir. Ancak, olağan, benzeri ve sözde kriterlerin dezavantajları, yalnızca karar verici tarafından değerlendirildiğinde kabul edilecektir. Bazıları için, kayıtsızlığın şeffaflığına izin verilecek; diğerleri için ise, benzeri kriterlere aykırı olarak ilgisizlikten katı tercihlere sorunsuzca geçmek mümkün olacaktır. Bu nedenle, tercih şiddeti kavramı, ölçüt kavramının farklı uzantılarını tanıtmak için kullanılmaktadır. Kriter kavramının genişlemesi, karar vericinin b ile ilgili bir eylem olan a tercihini veren tercih fonksiyonuna dayanmaktadır. Bu işlev, her bir kriter için ayrı ayrı tanımlanmaktadır; değeri 0 ile 1 arasındadır. İşlev ne kadar küçükse, karar vericinin kayıtsızlığı o kadar büyük olur; 1'e yaklaştıkça tercihi artar. Kesin tercih durumunda, tercih işlevi 1 olur. Çok kriterli bir karar verme problemi (Brans and Vincke, 1985):

$$\max\{f_1(a), f_2(a), \dots, f_h(a), \dots, f_k(a) | a \in K\} \quad (1.2)$$

Burada $f_h(a)$, $h = 1, 2, \dots, k$ olmak üzere k değerlendirme kriteri, K olası alternatifler kümesidir. Temel veriler aşağıdaki değerlendirme tablosundan oluşur (Brans and Mareschal, 1990):

1.2'de tanımlanan çok kriterli bir problemi düşünelim, her kriter maksimize edilmelidir. $f(\cdot)$ belirli bir kriter, a ve b K 'nin iki belirli eylemi olsun, a 'nın b ile ilgili tercih fonksiyonu $P(a, b)$ şu şekilde tanımlanacaktır:

$$P(a, b) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } f(a) \leq f(b) \\ p[f(a), f(b)], & \text{eğer } f(a) > f(b) \end{cases} \quad (1.3)$$

Somut durumlarda, aşağıdaki türdeki $p(\cdot)$ fonksiyonunu seçmek mantıklı görünmektedir:

$$p[f(a), f(b)] = p[f(a) - f(b)] \quad (1.4)$$

$f(a)$ ve $f(b)$ değerleri arasındaki farka bağlı olarak, aşağıdaki altı işlev türü pratik uygulamalarda meydana gelen durumların çoğunu kapsamaktadır. Her bir kriter için, karar verici tarafından yalnızca birkaç parametrenin tanımlanması gerekir. x sapması şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$x = f(a) - f(b) \quad (1.5)$$

ve $H(x)$ fonksiyonu şu şekilde temsil edilir:

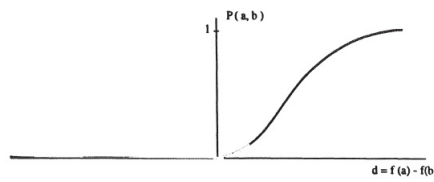
$$H(x) = \begin{cases} P(a, b), & x \geq 0 \\ P(b, a), & x \leq 0 \end{cases} \quad (1.6)$$

Bu nedenle, x sapmasının fonksiyonu olarak a 'ya göre tercih yoğunluğunu veren bir $P(a, b)$ tercih fonksiyonu düşünelim. Bu yoğunluğun 0 ile 1 arasında tanımlandığını varsayalım, öyle ki:

$$0 \leq P(a, b) \leq 1$$

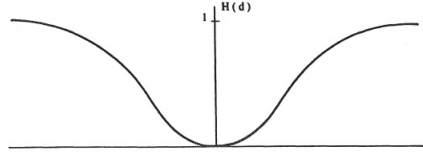
$$\begin{cases} P(a, b) = 0 & \text{eğer } x \leq 0 \text{ } (f(a) \leq f(b)). & \text{Tercih yok, Kayıtsızlık.} \\ P(a, b) \approx 0 & \text{eğer } x > 0 \text{ } (f(a) > f(b)). & \text{Zayıf Tercih} \\ P(a, b) \approx 1 & \text{eğer } x \gg 0 \text{ } (f(a) \gg f(b)). & \text{Güçlü Tercih} \\ P(a, b) = 1 & \text{eğer } x \gg \gg 0 \text{ } (f(a) \gg \gg f(b)). & \text{Katı Tercih} \end{cases}$$

Bu tercih işlevi Şekil 1.1'de gösterilmiştir (Brans and Mareschal, 1990):



Şekil 1.1: Tercih İşlevinin Grafiği

$H(x)$ 'in grafiği ise Şekil 1.2'deki gibi olacaktır (Brans and Mareschal, 1990):



Şekil 1.2: H(x) Fonksiyonunun Grafiği

PROMETHEE yöntemleri, her bir kriter için genelleştirilmiş bir kriter talep eder. Bu kritik bir görevdir. Bunu kolaylaştırmak için karar vericiye altı olası genelleştirilmiş kriter önerilmiştir. Etkili seçim, tercih yoğunluğu hissine göre karar verici ve karar verici tarafından interaktif olarak yapılır. Her durumda, her biri gerçek bir öneme sahip birkaç parametrenin sabitlenmesi gerekir:

- q: Karar verici tarafından önemsiz görülebilecek değerlendirme kriterlerinin karar alternatiflerine göre en büyük fark değeridir kısaca bir kayıtsızlık - farksızlık alanını tanımlayan bir eşiktir.
- p: Karar verici tarafından kesin tercih oluşturabilmek için belirlenen en küçük fark değeridir yani katı bir tercih alanını tanımlayan bir eşiktir.
- s: değeri p ve q arasında bulunan bir parametredir.

Bu bölümden itibaren kriter tipleri tek tek açıklanacaktır (Brans ve Vincke, 1985; Yıldırım ve Önder, 2018).

1.4.1.4.1.1. Tip I: Olağan Tip

$$p(x) = \begin{cases} 0, & \forall x \leq 0 \\ 1, & \forall x > 0 \end{cases} \quad (1.7)$$

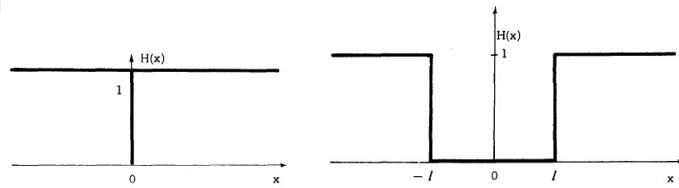
Literatürde "Usual Criterion" olarak da bilinen Olağan Tip kriter çeşidinde a ve b arasında yalnızca $f(a) = f(b)$ olduğunda kayıtsızlık vardır. Bu değerler farklı olduğundan, karar vericinin en büyük değere sahip eylemi kesin bir tercihi olur. Karar verici kriter $f(.)$ fonksiyonunu Tip I olarak tanımlarsa, belirli bir parametrenin tanımlanmasına gerek yoktur. Bu durumda; bu tür bir uzantı içermez ve sadece karar vericiye, ölçütü gerektiğinde olağan

anlamında kullanma fırsatı verir. Karar vericinin kriter için bir tercihi yoksa, bu durumda kullanılacak tercih fonksiyonu olağan tip tercih fonksiyonu olmalıdır. Olağan tip kriter çeşidi Şekil 1.3'te gösterilmiştir.

1.4.1.4.1.1.2. Tip II: U Tipi

$$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases} \quad (1.8)$$

$p(x)$ yukarıdaki gibi tanımlanmış olsun. U tipi kriter çeşidi "Quasi Criterion" şeklinde de isimlendirilen bir kriter tipidir, Şekil 1.3'te gösterilmiştir. Bu durumda ve belirli kriter $f(\cdot)$ için a ve b , $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki fark l 'yi geçmediği sürece kayıtsızdır; değilse tercih katı hale gelir. Karar verici, kriter $f(\cdot)$ 'yi Tip II olarak belirlediğinde, sadece parametre l 'nin tanımlanması gerekir. Karar verici ile ilgili değerlendirme kriteri açısından kendi belirlediği bir değerün üstünde değere sahip karar alternatiflerinden yana tercihinin kullanacaksa U Tipi tercih fonksiyonunu tercih etmelidir.



Şekil 1.3: Olağan Tip ve U Tipi Tercih Fonksiyonları

1.4.1.4.1.1.3. Tip III: V Tipi

$$p(x) = \begin{cases} \frac{x}{m}, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases} \quad (1.9)$$

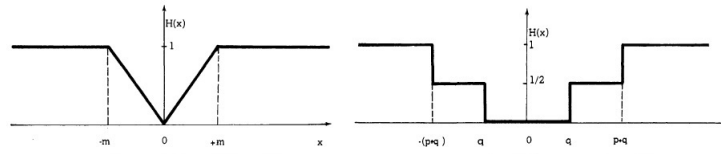
Doğrusal tercih kriteri (Linear Preference Criterion) şeklinde ifade edilen bu kriter 1.9'deki gibi tanımlanır. Kriter kavramının böyle bir genişlemesi, karar vericinin $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki giderek daha büyük sapmalar için aşamalı olarak a 'dan b 'ye tercih etmesine izin verir. Tercih yoğunluğu, bu sapma m 'ye eşit olana kadar doğrusal olarak artar, bu değerden sonra tercih katıdır. Bu durumda $H(x)$ Şekil 1.4'te verilmiştir. Karar verici, belirli bir kri-

terin Tip III olduğunu düşünürse, yalnızca kesin tercihin dikkate alındığı m değerini tanımlaması gerekir. Karar verici bir değerlendirme kriteri açısından ortalamanın üstünde değere sahip karar alternatiflerinden yana tercihin kullanmak istiyor; ancak bu değer altındaki değerleri de ihmal etmek istemiyorsa, seçilmesi gereken tercih fonksiyonu V Tipi tercih fonksiyonu olmalıdır.

1.4.1.4.1.4. Tip IV: Seviye Tipi

$$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases} \quad (1.10)$$

Seviye kriteri şeklinde ifade edilen kriterin tanımı 1.10'deki gibidir. Bu durumda a ve b , $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki sapma q 'yu geçmediğinde, q ve $q + p$ arasında tercih zayıftır ($\frac{1}{2}$), bu değerden sonra tercih katı hale gelir. Bu genişleme, zayıf tercihi kayıtsızlık ve katı tercih arasındaki bir tereddüt olarak değil, bir yoğunluk olarak ele alsa da Roy tarafından sunulan sözde kriter ile karşılaştırılabilir. $H(x)$, Şekil 1.4'te gösterilmiştir. Karar verici, belirli bir kriter $f(\cdot)$ 'nin Tip IV olduğunu hissettiğinde, q ve p 'yi kolayca sabitleyebilir. İki'den fazla seviyeye sahip kriterler, örneğin verilen birkaç normun bağlantılı görüldüğü durumlarda da düşünülebilir. Karar vericinin bir değerlendirme kriteri açısından belirli bir değer aralığı belirleyip tercih yapacağı durumlarda bu tercih fonksiyonu tercih edilmelidir.



Şekil 1.4: V Tipi ve Seviye Tipi Tercih Fonksiyonları

1.4.1.4.1.5. Tip V: Doğrusal Tip

Doğrusal tercih ve kayıtsızlık alanlı kriter şeklinde açıklanan bu kriterin tanımı 1.11'daki

gibidir.

$$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ \frac{(x-s)}{r}, & s \leq x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases} \quad (1.11)$$

Bu durumda karar verici, $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki sapma s 'yi geçmediği sürece a ve b 'nin tamamen kayıtsız olduğunu düşünür. Bu değerin üzerinde tercih, bu sapma $s + r$ 'ye eşit olana kadar kademeli olarak artar. $H(x)$ Şekil 1.5'te gösterilmiştir. Karar vericinin bir değerlendirme kriteri açısından tercihini ortalamanın üstünde değere sahip karar alternatiflerinin birinden yana kullanmak istiyorsa doğrusal tip tercih fonksiyonu seçilmelidir. Belirli bir kriterin bu tipte olduğu belirlendiğinde iki parametre tanımlanmalıdır.

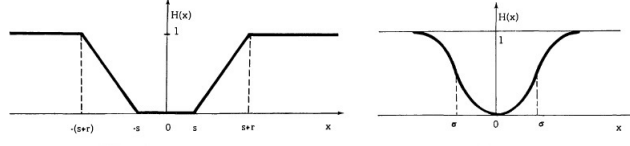
1.4.1.4.1.1.6. Tip VI: Gaussian Kriteri

$$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, & x \geq 0 \end{cases} \quad (1.12)$$

Belirli bir ölçüt Gauss türündeysse, karar vericinin tercihi x sapmasıyla birlikte büyür. İstatistiklerdeki normal dağılım ile elde edilen deneyime göre a 'nın değeri kolayca sabitlenebilir. a 'nın değeri, eğrinin başlangıç noktası ile bükülme noktası arasındaki mesafedir. $H(x)$, Şekil 1.5'te gösterilmiştir. Bu özel durumda, karar verici tarafından yalnızca a 'nın değeri tanımlanmalıdır. Burada $1, m, p, q, r, s$ ve a eşikleri sabit olarak ele alınmalıdır. Bu durumda, $H(x)$ fonksiyonları 0'a göre simetriktir, ancak değişken eşikleri değerlendirilirken zorluk yaşanmayacaktır. Karar verici bir değerlendirme kriteri açısından tercihini ortalama-dan sapma değerlerini dikkate alarak yapacaksa, seçilmesi gereken tercih fonksiyonu Gaussian tipi olmalıdır.

1.2 tipindeki belirli bir çok kriterli problemin ele alınması gerektiğinde, karar vericinin hangi farklı kriter tiplerini kullanması gerektiğine ve olası karşılık gelen eşik değerlerinin değerine karar vermesi gerekir. Kriterlerin doğasının ve eşik değerlerinin her bir özel durumda kendilerine atfedilen ihtiyaca göre sabitlenebileceği unutulmamalıdır. Ayrıca, dikkate alınan altı tür pratikte karşılaşılan vakaların çoğunu çözmek için yeterlidir; karar vericinin isteğine göre hangi durumlarda hangi tercih fonksiyonunu tercih ederse daha iyi sonuçlar alacağına dair öneriler, kriterler açıklanırken belirtilmiştir (Ayçin, 2019; Yıldırım ve Önder, 2018). Elbette daha karmaşık tercih işlevleri de düşünülebilir. Burada sunulan bazı kriterlerin diğerlerinin

özel durumları olduğu da açıktır. Örneğin, $r = 0$ için Tip V olan bir kriter türü, bir Quasi kriterdir.



Şekil 1.5: Doğrusal Tip ve Gaussian Kriter Tercih Fonksiyonları

1.4.1.4.1.2. Değerli Outranking İlişkisi

Bazı yazarlar, çok kriterli bir çerçevede bir karar verme problemini ele almak için değerli outranking ilişkilerinden yararlanmışlardır (Hugonnard ve Roy, 1982; Roy 1973; 1977b). PROMETHEE yönteminde de önerilen ilişki küçük değişikliklere karşı hassastır ve yorumu kolaydır.

a.Tercih İndeksi

Her bir $a, b \in K$ çifti için, ilk olarak tüm kriterler üzerinde b 'ye göre a için bir tercih indeksi tanımlanır. Farz edelim ki, her bir kriter dikkate alınan altı türden biri olarak tanımlanmış olsun; böylece her $h = 1, 2, \dots, k$ için $P_h(a, b)$ tercih fonksiyonları tanımlanmış olsun. O halde,

$$\pi(a, b) = \frac{1}{k} \sum_{h=1}^k P_h(a, b) \quad (1.13)$$

böyle bir tercih indeksi olabilir. Bu indeksin tüm kriterler için b yerine a tercihinin bir değerini verdiği görülmektedir: 1'e ne kadar yakınsa, tercih o kadar büyük olur. Elbette başka indeksler de düşünülebilir. Örneğin, burada tüm kriterlerin aynı öneme sahip olduğu varsayılmıştır. Durum böyle değilse, ağırlıklı bir tercih indeksi eklenebilir. Ağırlıklı tercih indeksi ise şu şekilde tanımlanmaktadır (Brans and Mareschal, 1990):

$$\Pi(a, b) = \sum_{h=1}^k w_h P_h(a, b) \quad \left(\sum_{h=1}^k w_h = 1 \right)$$

burada w_h ; $h = 1, 2, \dots, k$ her bir kriterin ağırlığını temsil etmektedir.

b.Çok Kriterli Tercih İndeksi

Karar vericinin 1.2'deki problemde her bir kriteri $f_i (i = 1, 2, \dots, k)$ için bir P_i tercih fonksiyonu ve ağırlık π_i belirlediğini varsayalım. Ağırlık π_i kriter f_i 'nin göreceli öneminin bir değeridir; karar verici için tüm kriterler aynı öneme sahipse tüm ağırlıklar eşit alınabilir.

Bu ağırlıkları sabitlemenin çok zor olması, bilinen bir sorundur. Çok kriterli tercih indeksi Π tercih fonksiyonları P_i 'nin ağırlıklı ortalaması olarak tanımlanır (Brans et al., 1986):

$$\Pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k \pi_i P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k \pi_i}$$

$\Pi(a, b)$ tüm kriterleri aynı anda değerlendirirken, karar vericinin a eylemini b 'ye tercih etme yoğunluğunu temsil eder. 0 ile 1 arasında bir değerdir ve:

- $\Pi(a, a) = 0$
- $0 \leq \Pi(a, b) \leq 1 \quad \forall a, b \in K$
- $\Pi(a, b) \approx 0$ tüm kriterler için b 'ye karşı zayıf bir a tercihi gösterir.
- $\Pi(a, b) \approx 1$ tüm kriterler için b 'ye karşı güçlü bir a tercihi gösterir.
- $\Pi(a, b)$, a 'nın b 'ye nasıl ve ne kadar hakim olduğunu, $\Pi(b, a)$ ise tersine b 'nin a 'ya nasıl ve ne kadar hakim olduğunu temsil eder.

Bu tercih indeksi, K eylem kümesinde değerli bir outranking ilişkisini belirler. Bu ilişki, düğümleri K 'nin eylemleri olan değerli bir outranking grafiği olarak gösterilebilir. İki düğüm (eylem), a ve b arasında $\Pi(a, b)$ ve $\Pi(b, a)$ değerlerine sahip iki yay vardır ($\Pi(a, b)$ ve $\Pi(b, a)$ arasında belirli bir ilişki yoktur.).

c. Değerli Outranking Grafiği

Tüm $a, b \in K$ için $arc(ab)$, $\pi(a, b)$ değerine sahip olacak şekilde düğümleri K 'nin eylemleri olan grafik, değerli outranking grafiği olarak adlandırılmıştır. Orijinal baskınlık grafiği böylelikle önemli ölçüde zenginleştirilmiştir; ancak bu zenginleştirme, basitçe yayların değerli olduğu gerçeğine karşılık gelen, fayda fonksiyonlarında olduğu kadar aşırı değildir. Öte yandan, eğer a b 'ye üstün gelirse, $\pi(a, b) = 0$, ancak $\pi(a, b)$ kesinlikle 1'e eşit değildir çünkü a , tercih katı olmadan her kriter için b 'den daha iyi olabilir.

1.4.1.4.1.3. Outranking İlişkilerinin Kullanılması

Değerli outranking ilişkisinin özel bir kullanımı, özellikle eylemlerin en iyiden en zayıfa doğru sıralanması gerektiği durumlar PROMETHEE yöntemi için araştırılmıştır. PROMETHEE I yöntemi eylemlerin kısmi bir sıralamasını sunarken PROMETHEE II tarafından tam bir sıralama elde edilebilir. Değerli outranking grafiği elde edildiğinde karar vericiye çok değerli bilgiler sunar. Ancak belirli karar problemini çözmek için bu grafiğin hala kullanılması

gerekmektedir, o yüzden farklılık sorunları düşünülebilir. Karar vericinin K 'nin eylemlerini en iyiden en zayıfına doğru sıralamak istemesi bir sıralama problemidir. Bu durumda sorun, K üzerinde toplam bir ön sipariş oluşturmak için değerli outranking grafiğini veya toplamı aşırı görünüyorsa muhtemelen kısmi bir ön siparişi kullanmaktan oluşur. Karar vericinin K 'da en iyi eylemleri seçmesi bir seçim problemidir. Genelde çok kriterli bir problemde en iyi çözüm olmadığından, sorun K 'da bir dizi iyi eylemi belirlemek olacaktır. Bu problemlerle yüzleşmek için birçok yöntem düşünülebilir. İşte sıralama problemlerini çözmek için PROMETHEE I ve PROMETHEE II tanımlanmıştır. Elbette bir seçim problemini çözmek için sıralamadan bir dizi iyi alternatif elde edilebilir.

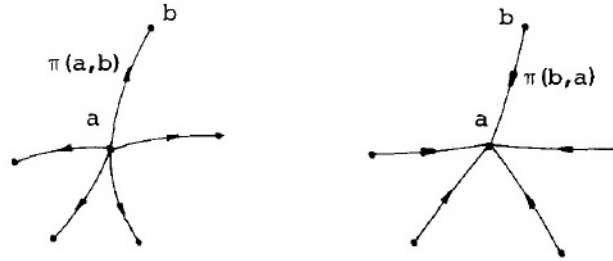
1.4.1.4.1.3.1.PROMETHEE I:Alternatifleri Kısmi Ön Siparişe Göre Sıralama

Bu nedenle, değerli outranking grafiğini ele alalım ve her a düğümü için sırasıyla pozitif (giden) outranking akış ve negatif (gelen) outranking akışı tanımlayalım:

$$\phi^+(a) = \sum_{x \in K} \pi(a, x) \quad (1.14)$$

$$\phi^-(a) = \sum_{x \in K} \pi(x, a) \quad (1.15)$$

Giden ve gelen akışlar aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Brans ve ark., 1986): n tane alternatif

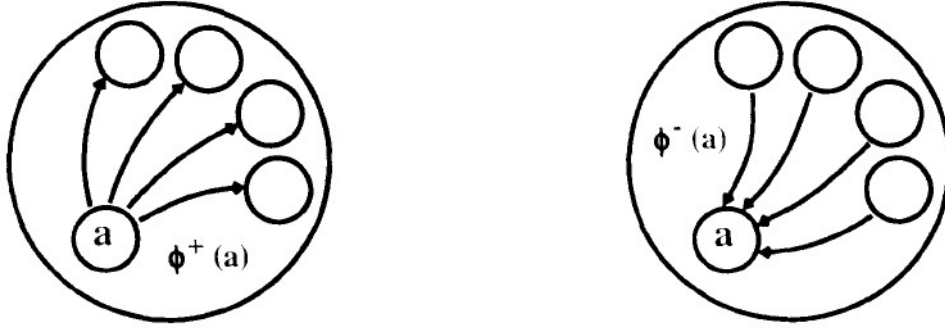


Şekil 1.6: Giden ve Gelen Akış

olduğunu düşündüğümüzde her alternatif $n - 1$ alternatifle karşılaştırıldığından, pozitif ve negatif outranking akışları normalleştirilmiş şeklini şu şekilde ifade edebiliriz:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in K} \pi(a, x)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in K} \pi(x, a)$$



Şekil 1.7: Pozitif ve Negatif Akış

Normalleştirme işleminden sonra görselleştirilmiş şekliyle akışlar Şekil 1.7'deki gibi ifade edilebilir: Pozitif outranking akış, her bir alternatifin diğerlerini nasıl geride bıraktığını ifade eder. $\phi^+(a)$ ne kadar yüksekse, alternatif o kadar iyidir. $\phi^+(a)$, a 'nın gücünü temsil eder, geçiş karakterini verir. Negatif outranking akış, her bir alternatifin diğerleri tarafından nasıl geride bırakıldığını ifade eder. $\phi^-(a)$ ne kadar küçükse, alternatif o kadar iyidir. $\phi^-(a)$, a 'nın zayıflığını temsil eder, alt sıraya alınmış karakterini verir. $\phi^+(a)$ ne kadar büyükse a , K 'nın diğer eylemlerine o kadar hakim olur. $\phi^-(a)$ ne kadar küçükse a o kadar çok hakim olur. İlk olarak iki tane toplam ön siparişler (P^+, I^+) ve (P^-, I^-) şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\begin{aligned} aP^+b & \text{ gerek ve yeter şart } \phi^+(a) > \phi^+(b) \\ aP^-b & \text{ gerek ve yeter şart } \phi^-(a) < \phi^-(b) \end{aligned} \quad (1.16)$$

$$\begin{aligned} aI^+b & \text{ gerek ve yeter şart } \phi^+(a) = \phi^+(b) \\ aI^-b & \text{ gerek ve yeter şart } \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{aligned} \quad (1.17)$$

Sonrasında kesişimleri dikkate alınarak, (P^I, I^I, R) kısmi ön siparişi şu şekilde elde edilir:

$$\left\{ \begin{array}{ll} a \text{ üstündür } b \ (aP^I b) : & \text{eğer } \begin{cases} aP^+b \text{ ve } aP^-b \\ aP^+b \text{ ve } aI^-b \\ aI^+b \text{ ve } aP^-b \end{cases} \\ a \text{ farksızdır } b \ (aI^I b); & \text{eğer } aI^+b \text{ ve } aI^-b \\ a \text{ ve } b \text{ kıyaslanamaz } aRb; & \text{diğer durumlarda} \end{array} \right. \quad (1.18)$$

Bu PROMETHEE I kısmi ilişkisidir. Karar vericiye, bazı eylemlerin karşılaştırılabilir olduğu, bazılarının olmadığı bir durum sunar. Bu bilgiler, karar vermek için somut uygulamalarda verimli bir şekilde kullanılabilir. PROMETHEE I Yöntemi, ikili karşılaştırmalardan oluşur. Her durumda üç sonuç mümkündür:

1. İlk Durum: $aP^I b : a, b$ 'den üstündür: Bu durumda, a 'nın daha yüksek bir gücü, a 'nın daha düşük bir zayıflığı ile ilişkilendirilir. Pozitif akış, negatif akışla doğrulanır. Hem pozitif hem de negatif akışlar tutarlıdır. Sonuç kesindir.
2. İkinci Durum: $aI^I b : a, b$ 'den farksız: Her iki alternatifin hem pozitif hem de negatif akışları sırasıyla eşittir.
3. Üçüncü Durum: $aRb : a, b$ ile karşılaştırılmaz: Bu durumda, bir alternatifin daha yüksek gücü, diğerinin daha düşük bir zayıflığına karşılık gelir. Bu genellikle a 'nın, b 'nin zayıf olduğu ve karşılıklı olarak b 'nin, a 'nın zayıf olduğu başka bir kriterler kümesine göre iyi olduğu bir dizi kriterde iyi olması durumunda olur. Böyle bir durumda a ve b 'yi kıyaslanamaz olarak düşünmek oldukça doğaldır. Yöntem matematiksel olarak hangi alternatifin daha iyi olduğuna karar vermeyecektir; bu tehlikelidir, sorumluluğunu üstlenmek yönetime değil karar vericiye bağlıdır. Bu durumda, pozitif akış, negatif olan tarafından onaylanmaz. Yöntem, herhangi bir tercihi ifade etmekten kaçınır.

1.4.1.4.1.3.2.PROMETHEE II:Alternatifleri Toplam Ön Siparişe Göre Sıralama

Karar verici tarafından toplam bir ön siparişin (karşılaştırmasız tam sıralama) talep edildiği varsayıldığında sonrasında her $a \in K$ eylemi için net akış düşünülebilir. Bu, PROMETHEE II tam ilişkisidir. K 'nin tüm eylemleri artık tamamen sıralanmıştır:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (1.19)$$

eylemleri kolayca sıralamak için kullanılabilir:

$$\begin{aligned} a \text{ üstündür } b \ (aP^{II}b) \quad &\text{gerek ve yeter şart} \quad \phi(a) > \phi(b) \\ a \text{ farksızdır } b \ (aI^{II}b) \quad &\text{gerek ve yeter şart} \quad \phi(a) = \phi(b) \end{aligned} \quad (1.20)$$

PROMETHEE yönteminin uygulama adımları şu şekilde sıralanabilir:

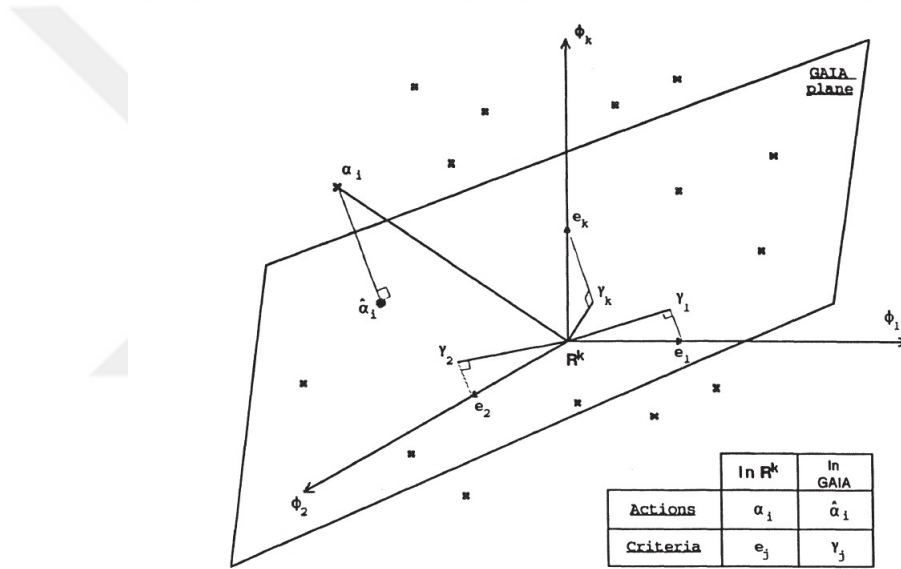
- **Adım 1:** Çok kriterli karar verme probleminin belirlenmesi
- **Adım 2:** Alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesi
- **Adım 3:** Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi
- **Adım 4:** Kriterler için tercih fonksiyonlarının belirlenmesi
- **Adım 5:** Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi
- **Adım 6:** Tercih eşiklerinin belirlenmesi
- **Adım 7:** Pozitif ve negatif outranking akışlarının hesaplanması
- **Adım 8:** PROMETHEE I ile kısmi önceliklerin hesaplanması
- **Adım 9:** PROMETHEE II ile net önceliklerin hesaplanması ve tam sıralamanın elde edilmesi

Bundan sonra, PROMETHEE III (aralıklara göre sıralama) ve PROMETHEE IV (sürekli durum) gibi birkaç farklı PROMETHEE sürümü önerilmiştir. PROMETHEE V, segmentasyon kısıtlamalarıyla ilgili sorunları ele almak için önerilmiştir (Brans ve Mareschal, 1992). PROMETHEE VI, insan beyninin temsili için geliştirilmiştir (Brans ve Mareschal, 1995). PROMETHEE GDSS, grup karar verme için geliştirilmiştir ve görsel interaktif modül GAIA grafiksel temsil için kurulmuştur (Brans ve Mareschal, 2005).

1.4.1.4.2. GAIA Yazılımı

PROMETHEE yönteminin birçok faydası görülmeye başlandığından ve gelecekte de başarılı sonuçlar getirecek bir yöntem olduğu düşünüldüğünden bir yazılım hazırlanmıştır. GAIA: Geometrical Analysis for Interactive Aid isimli yazılım sayesinde PROMETHEE yöntemindeki hesaplamalar bir yazılım sayesinde yapılmış ve grafiklerle görselleştirilmiştir. GAIA görsel modelleme tekniği açık bir geometrik yorumun verildiği PROMETHEE yaklaşımına

dayanmaktadır (Brans ve Mareschal, 1990). Klasik mantıkta PROMETHEE yöntemi üzerinde çalışmak isteyen araştırmacılar GAIA yazılımından yararlanabilirler. GAIA düzlemi, kriterlerin farklılaşma gücünün ve çelişen karakterlerinin analizi için güçlü bir araç sağlar. Visual PROMETHEE-GAIA isimli paket programda yöntemin bütün adımlarının yer aldığı bölümler bulunmaktadır. Kriterler için tercih fonksiyonlarından istenen birisini seçme imkanı sunmakta, eşik değerlerini karar vericinin girmesine izin vermektedir. PROMETHEE yönteminin geometrik yorumlaması açısından oldukça yararlı olan bu paket program karar verme işlemi sonucunda alternatifler, kriterler ve süreçle ilgili detaylı birçok grafiklerini vermenin yanı sıra raporla da desteklemektedir (Erişim linki: <http://www.promethee-gaia.net/software.html>). GAIA düzlemi Şekil 1.8’de ifade edilmiştir.



Şekil 1.8: GAIA Düzlemi

PROMETHEE yöntemi ilk tanımlandığı günden itibaren birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir (Albadvi ve ark., 2007; Arısoy, 2019; Athawale ve Chakraborty, 2010; Behzadian ve ark., 2010; Brans ve Mareschal, 1992; 1994; Briggs ve ark., 1990; Bsharat, 2019; Budak, 2014; Chen ve Hu, 2011; D’Avignon ve Mareschal, 1989; Dubois ve ark., 1989; Dağdeviren, 2008; Dağdeviren ve Eraslan, 2008; Durucasu ve ark., 2017; Gelashvili, 2019; Genç ve Dinçer, 2013; Genç ve Masca, 2013; Genç, 2014; Güney, 2017; Halouani ve ark., 2007; Hyde ve ark., 2003; İmamoğlu, 2015; Kocmanová ve ark., 2013; Kücü, 2007; Mladineo ve Grabovac, 1988; Mladineo ve ark., 1989; Murat ve ark., 2015; Olson, 2001; Öz, 2020; Özde-

mir, 2019; Özgüven, 2012; Papathanasiou ve Ploskas, 2018; Ribavoric ve Mladineo, 1987; Sarısoy, 2019; Sen ve ark., 2014; Şahin ve Akkaya, 2013; Tuğrul ve Çitil, 2021; Uygur-türk ve Korkmaz, 2015; Vetschera ve Almeida, 2012; Vinodh ve Girubha, 2012; Vulevic' ve Dragovic', 2017; Yılmaz ve Dağdeviren, 2011; Yu ve ark., 2013; Yüksel ve ark., 2018; Yüksel ve Dağdeviren, 2018). Çok kriterli karar verme uygulamalarında her bir kriter için tercih fonksiyonunu belirleme şansı tanınması, pozitif ve negatif anlamda sıralamayı gözlemleme şansı tanınması gibi özellikleriyle öne çıkan bir yöntem olmuştur. Birçok karar verme alanında uygulama alanına sahip olan PROMETHEE yönteminin uygulandığı alanlardan bazıları şu şekildedir: Elektrik santrallerinin konumu, fabrikaların konum seçimi, atık yönetimi, hastanelere kaynak tahsisi, sağlık hizmetlerinde otomatik teşhis, ülke karşılaştırması, yenilenebilir enerji, hisse senedi ticareti, ekipman seçimi, proje seçimi, iflas tahmini, portföy seçim sorunları, sürdürülebilir konsept seçimi, endüstriyel robot seçimi, okul performans kalitesinin ölçülmesi, havza alanlarının sıralanması, eğitimin etkililiği, işletme, yönetim, finans, teknik sistemlerin değerlendirilmesi, ülkelerin sosyo-ekonomik kalkınma durumları, sektörlerin finansal yönden değerlendirilmesi, ülkelerin ekonomik performanslarının değerlendirilmesi, tedarik zinciri yönetimi, seyahat acentalarının tercihi, portföy oluşturma, hastane yer seçimi, performans değerlendirmesi, otomobil sektöründe hizmet kalitesi, müşteri memnuniyeti, yenilenebilir enerji alternatifleri, ülke riski, tedarikçi seçimi, personel seçimi, borsa, hidroelektrik santrallerinde vardiya çizelgeleme problemi çözümü, spor alanı, hastanelerin performans değerlendirmesi ve daha birçok uygulama alanları.

1.4.1.4.3. PROMETHEE Yönteminin Avantajları

Çok kriterli karar verme problemlerinde birçok karar vericinin işini kolaylaştıran çeşitli yöntemler tanımlanmıştır. Bu yöntemlerin hepsinin kullanım amacı, kullanım kolaylığı, hedefe uygunluğu karar vericilere göre değişmektedir. Temel bir çok kriterli karar verme problemiyle uğraşan karar verici için PROMETHEE yöntemi gerek kullanım kolaylığı gerek matematiksel altyapısı bakımından oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Ayrıca PROMETHEE yöntemi alternatiflerin hem kısmi hem de tam sıralamasını birlikte sunarak karar vericinin her aşamaya müdahale edebilmesini ve detaylıca gözlem yapabilme şansını tanımaktadır. PROMETHEE yöntemiyle sıralama yapılırken hem olumlu hem de olumsuz anlamda yapılan sıralamalar aynı anda karar vericiye sunulur ikisi arasındaki ilişkiyi görme imkanı sunar. Ayrıca PROMETHEE yönteminin en büyük avantajlarından birisi çok kriterli karar verme

probleminin geometrik gösterimini GAIA isimli düzleme taşıyarak görsel ifadesini ve sonuçların detaylı raporlarını karar vericilere sunar. Ayrıca GAIA sayesinde kriterlerin birbirleri ile ilişkileri gözlemlenebilmekte, benzerlik veya zıtlık gösteren kriterler kolaylıkla görülmektedir. Veri seti üzerinden alternatifler sıralanırken benzer tercihler gösteren kriterleri temsil eden vektörler aynı doğrultuda yer alırken, birbirleri ile zıt tercihler gösteren kriterleri temsil eden vektörler ise farklı yönlerde yer almaktadır. GAIA düzleminde Delta Parametresi (Δ) değeri alternatifler için hesaplanan değer doğruluğunu temsil eden yüzdelik bir değerdir. Δ değeri %100'e yaklaştıkça yapılan analizin doğruluk değeri artar. Ayrıca Δ değerleri %75'in üzerinde bulunan hesaplamaların yüksek kalitede olduğu söylenebilir. Analizin hesaplamalarında sıkıntı olduğunu gösteren Δ değerleri ise %60'ın altındaki değerlerdir, bu değerler elde edildiğinde analiz yeniden yapılmalı ya da veriler kontrol edilmelidir. Δ değerinin en yüksek değerden farkı net bilgideki veri kaybını göstermektedir. Örneğin %85'lik bir Δ değeri için girdi verilerinden gelen eldeki bilginin %15'inin hesaplamalar sırasında kaybedildiği söylenebilir (Yılmaz, 2010).

1.4.1.4.4. PROMETHEE Yönteminin Dezavantajları

PROMETHEE yönteminin birçok avantajının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Karar vericiler için veri setlerinin sayısal ifadeler şeklinde olması çok avantajlıdır, fakat günlük hayatta da olduğu gibi çok kriterli karar verme problemlerinde de alternatifleri ve kriterleri her zaman sayısal ifadelerle belirtmek mümkün değildir. Bazı kriterler ya da alternatifler sadece dilsel ifadelerle açıklanabilmektedir. Bu sadece PROMETHEE yönteminde değil, klasik mantıkta tanımlanmış bazı çok kriterli karar verme yöntemlerinde de karşılaşılan bir dezavantajdır. Karar vericinin duygusunu, düşüncesini, hislerini, kişisel gözlemlerini ve tercihlerini tanımlarken dilsel ifadelerle açıklaması oldukça olağandır. GAIA düzleminde yapılan hesaplamalardaki Δ değerinde karşılaşılan veri kaybı işte bu belirsizlikten kaynaklanan sorunlardan dolayı olabilir. Bu veri kaybını en aza indirmek için veri setindeki yani alternatifler ve kriterler için oluşan belirsizliği ortadan kaldırmak gerekmektedir. İşte tam bu sorunlardan dolayı çok kriterli karar verme yöntemleri "Bulanık PROMETHEE" ve sonrasında "Sezgisel Bulanık PROMETHEE" kapsamında geliştirilerek belirsizliği en aza indirmek hedeflenmiştir.

1.4.1.5. Bulanık PROMETHEE

Genel PROMETHEE yöntemleri belirli MCDM sorunlarının üstesinden gelmede yararlı olsa

da, yukarıda bahsedilen PROMETHEE yöntemlerinin hepsinin net girdi verileriyle modellenmesinden kaynaklanan bazı dezavantajlar vardır. Bir karar verme problemiyle ilgili bulanık girdi verileri şunlardan kaynaklanır:

1. Öznellik: Kişisel görüşler hakkındaki bilgiler bazen öznelidir. Hangi alternatiflerin veya kriterlerin önemli olduğuna ve hangilerinin olmadığına göre değişir (Le Teno ve Maréchal, 1998).
2. Eksik bilgi: Bu; karar vericinin karar verme sorununa aşina olmaması, karar vericinin kendi kendini değerlendirmesi, az sayıda gözlem gibi birçok nedenden kaynaklanmaktadır (Zhang ve ark., 2009).
3. Niteliksel bilgiler: Günlük hayatımızda, ucuz fiyat, iyi öğrenci gibi nitel gözlemler ve tercihler yaygındır. Bu tür bilgilerin kullanımı kolay değildir (Goumas ve Lygerou, 2000).
4. Yaklaşık tahmin. Bir yandan, karar vericinin yatırım ve sermaye bütçelemesi gibi gelecekteki eylemler hakkında kesin bilgi oluşturması zordur (Fernández-Castro ve Jiménez, 2005). Öte yandan, karar vermede yer alan değerler zaman ve mekana göre değişir (Geldermann ve ark., 2000) ve bunları yalnızca yaklaşık tahmin yoluyla elde edebiliriz.

Bu tarz sorunlarla karşılaşan karar vericiler çözüm bulmak amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerini bulanık mantık teorisine göre geliştirmişlerdir. PROMETHEE yöntemi de bulanık mantık kapsamında geliştirilmiş ve Fuzzy PROMETHEE (Bulanık PROMETHEE) dediğimiz kavram ortaya çıkmıştır. Bulanık PROMETHEE ile hedeflenen; veri setlerindeki yani alternatif ve kriterlerdeki bulanıklık ya da belirsizlik durumunu göz önünde bulundurarak, dilsel ifadelerle açıklanan durumları da hesaba katarak veri kaybını en aza indirmektir. Bulanık mantık teorisi üyelikleri derecelendirmeye dayalı bir teoridir. Klasik PROMETHEE yönteminden farkı ise bulanık mantığın kesin ifadelerden ziyade derecelendirme mantığına dayanmasıdır. Bulanık mantık teorisi tezin "1.1. Bulanık Mantık" bölümünde detaylıca açıklanmıştır. Bulanık PROMETHEE yönteminden bahsedecek olursak algoritması klasik PROMETHEE yöntemiyle aynıdır. Tek farkı veri girişi yapılırken yani alternatifler ve kriterler belirlenirken bulanık sayılar şeklinde belirtilmelidir. Bulanık küme teorisi, insan algı ve öznel yargılarıyla ilgili olan dilsel belirsizliği modellerken nitel parametrelerin

yorumlanmasını ve dilsel belirsizliğin bulanık sayılarla matematiksel olarak ifade edilebilmesini sağlar (Byrne, 1995; Cheng ve ark., 2002; Ecer, 2007; Knight, 2001; Liang, 2001). Bulanık PROMETHEE yönteminin klasik PROMETHEE yönteminden farkı alternatiflerin ve kriterlerin bulanık sayılar şeklinde ifade edilmesidir. Bulanık PROMETHEE yöntemi birçok araştırmacı tarafından çalışılmış ve araştırılmıştır. Birçok araştırmacı uygulama alanlarında Goumas ve Lygerou (2000), Bilsel ve ark. (2006) tarafından önerilen Bulanık PROMETHEE yöntemini kullanmıştır. Bulanık PROMETHEE algoritmasındaki adımlar tek tek uygulandıktan sonra elde edilecek veriler yine bulanık sayılar olacaktır. Çok kriterli karar verme problemlerinde PROMETHEE yönteminin kullanılmasının asıl sebeplerinden birisi de elverişli bir sıralama yöntemi olmasıdır. Bulanık PROMETHEE yöntemi kullanıldığında ise veriler bulanık sayı olacağından dolayı bulanık sayıları karşılaştırmak gerekmektedir. Bulanık sayıları karşılaştırmak için net sayılara dönüştürmek gerekir, bu eylem ise durulaştırma adı verilmektedir. Literatürde birçok durulaştırma yöntemi vardır. En çok kullanılan durulaştırma yöntemi ise Yager yöntemidir (Yager, 1981). Yager yöntemi sayesinde bulanık PROMETHEE yönteminin uygulanması sonucunda elde edilen bulanık sayıların karşılaştırılması yapılabilecektir. Yager yöntemiyle elde edilen bulanık sayılarda Yager indeksi yüksek olan sayı Yager indeksi düşük olan sayıdan daha büyüktür. Yager indeksi yöntemine göre, bir bulanık sayının durulaştırılmış hali aşağıdaki eşitlikle ifade edilir:

$$F(m, a, b) = (3m - a + b)/3$$

Bulanık PROMETHEE yönteminin algoritması aşağıdaki adımlarla ifade edilmiştir:

- **Adım 1:** Çok kriterli karar verme probleminin belirlenmesi
- **Adım 2:** Alternatiflerin ve kriterlerin belirlenmesi
- **Adım 3:** Alternatiflerin ve kriterlerin bulanık sayılar şeklinde ifade edilmesi
- **Adım 4:** Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi
- **Adım 5:** Kriterler için tercih fonksiyonlarının belirlenmesi
- **Adım 6:** Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi
- **Adım 7:** Tercih eşiklerinin belirlenmesi

- **Adım 8:** Elde edilen bulanık sayıların Yager indeksi yöntemiyle durulaştırılması
- **Adım 9:** Pozitif ve negatif outranking akışlarının hesaplanması
- **Adım 10:** Bulanık PROMETHEE I ile kısmi önceliklerin hesaplanması
- **Adım 11:** Bulanık PROMETHEE II ile net önceliklerin hesaplanması ve tam sıralamanın elde edilmesi

Bulanık PROMETHEE yöntemi ile ilgili daha önceki çalışmalar incelendiğinde ilk olarak Le T no ve Mareschall tarafından ortaya atıldığı görülmektedir (Le T no ve Mareschall, 1998). Bulanık PROMETHEE yöntemi avantajlarından dolayı birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir (Ballı ve ark., 2007; Bilsel ve ark., 2006; Chen ve ark., 2011; Chen, 2015; Durna ve ark., 2019; Efe ve ark., 2016; Fern ndez-Castro ve Jim nez, 2005; Geldermann ve ark., 2000; Goumas ve Lygerou, 2000; G l ve ark., 2018; Gupta ve ark., 2012; Ho, 2006; Kabadayı ve Dağ, 2017; Liao, 2009; Liu ve Guan, 2009; Mahmoudi ve ark., 2015; Martin ve ark., 2003; Organ, 2013; Peng ve ark., 2014; Radojevic ve ark., 1997; Senvar ve ark., 2014; Shahmardan ve Zadeh, 2013; Tuzkaya ve ark., 2010; Tuzkaya ve ark., 2011; Ustasüleyman ve  elik, 2015; Wang ve ark., 2008; Wang ve Sun, 2008; Yılmaz, 2010; Yılmaz ve Dağdeviren, 2009; 2010; 2011; Zhang ve ark., 2009). Bulanık PROMETHEE yönteminin uygulama alanları Şu Şekildedir: jeotermal alanlarda enerji soğurmaları, demir ve  elik endüstrisi, çevresel etki değ rlendirme, hastane web sitelerinin performansı, kurumsal kaynak planlama, tedarikçi seçimi, otomatik yazılım geliştirme, yolcu hizmetleri kalitesi, iŐletmelerin kaynak makinesi seçimi, ekipman seçimi, Őirketlerde performans  l   m , uygun bertaraf seçeneğinin belirlenmesi, otomobil seçimi, risk değ rlendirmesi, lojistik servislerinin seçimi, müşteri yorumları, materyal seçimi, destinasyon seçimi, makine seçimi, konteyn r seçimi, iş güvenliğinde hata türleri ve etkilerinin analizi, malzeme taşıma sistemlerinin değ rlendirilmesi ve birçok uygulama alanı.

1.4.1.6. Sezgisel Bulanık PROMETHEE

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan PROMETHEE yöntemiyle alakalı yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Klasik mantıkta tanımlı PROMETHEE yönteminin bazı dezavantajlarından dolayı bulanık mantık kapsamında genişletilmiş ve bulanık PROMETHEE yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar tezin PROMETHEE ve Bulanık PROMETHEE bölümlerinde detaylı bir Şekilde açıklanmıştır. Bulanık PROMETHEE yönteminin de yeter-

siz kaldığı durumlar için sezgisel bulanık PROMETHEE kavramı kullanılmaya başlanmıştır. "Sezgisel Bulanık PROMETHEE" yöntemi (Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE) kısaltma şeklinde IF-PROMETHEE olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Bilindiği üzere sezgisel bulanık teoriyi bulanık mantıktan ayıran en önemli özellik sezgi değerinin anlamlı olmasıdır. Hassasiyetin olduğu durumlarda çok avantajlı sonuçlar veren sezgisel bulanık teoriyi PROMETHEE yöntemiyle birleştirmek birçok dezavantajı ortadan kaldıracak, çok daha hassas sonuçlar verecektir. Bu tezde, sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi ulusal ve uluslararası alanda çalışılan yeni bir yöntem olduğundan dolayı sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi bütün yönleriyle tanıtılmış, kavramları ve algoritması detaylı bir şekilde açıklanmış, uygulama alanlarında nasıl kullanıldığı adımlarıyla gösterilmiştir. Çalışmalarında sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemini kullanmak isteyen araştırmacılar için bu tez temel ve yol gösterici bir kaynak olacaktır. Bu bölümde sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin ele alındığı çalışmalara dair literatür taraması bulunmaktadır.

İlk olarak sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi için sezgisel tercih ilişkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Xu (2007) çalışmasında sezgisel tercih ilişkilerini belirleyerek sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin temelini atmıştır (Xu, 2007b). Yu ve ark. (2013) sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemini öncelikli çok kriterli karar verme alanında araştırmış ve sayısal bir örnekle kullanışlılığını göstermiştir. Öncelikli MCDM olarak adlandırılan bazı pratik çok kriterli karar verme (MCDM) problemlerinde kriterler arasında önceliklendirmeler olabilir. Ancak, önceliklendirilmiş MCDM'nin mevcut yöntemleri tüm durumları kapsayamayacağından, mevcut yöntemlerin dezavantajlarının üstesinden gelmek için Yu ve ark. PROMETHEE fikrine dayalı yeni bir öncelikli çok kriterli karar verme (MCDM) yöntemi geliştirmişlerdir. Alternatifler arasındaki tercihleri ikili olarak karşılaştırarak belirledikten sonra sezgisel bir tercih ilişkisi kurmuşlardır. Daha sonra alternatiflerin sıralama sırasını elde etmek için doğrusal bir optimizasyon modeli oluşturmuşlar, sonuç olarak yeni yöntemin uygulanabilirliğini göstermek için basit bir örnek alınmıştır. Yu ve arkadaşlarının iddiası; önerilen yöntemin önceliklendirilmiş MCDM problemleriyle iyi bir şekilde başa çıkabilmesine rağmen biraz karmaşık olduğu yönündedir. Gelecekteki çalışmalarında bu yöntemi iyileştirmeyi planlamışlardır (Yu ve ark., 2013).

Liao ve Xu (2014) çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE'yi araştırmış ve sezgisel bulanık kapsamda (IF-PROMETHEE) genişletmişlerdir. Sezgisel bula-

nık PROMETHEE yönteminin algoritmasını ve işleyişini derinlemesine inceledikleri çalışmalarında PROMETHEE'yi IF-PROMETHEE adlı sezgisel bulanık kümeyle geliştirmenin yanı sıra, yalnızca sezgisel bulanık tercihleri değil aynı zamanda sezgisel bulanık ağırlıkları da hesaba katmışlardır. Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde önerilen IF-PROMETHEE yönteminin uygulanabilirliğini ve verimliliğini göstermek için iki pratik örnek göstermişlerdir. Alternatif enerji kullanım projelerinin değerlendirilmesine ilişkin ilk örnek, IF-PROMETHEE'nin PROMETHEE ve F-PROMETHEE'den daha kapsamlı tercih bilgileri verebileceğini göstermektedir. İkinci örnekte ise kirlilik oranı yüksek alanların sıralamasını yapmak amacıyla IF-PROMETHEE'nin uygulamasını yapmışlardır. Yaptıkları uygulamada IF-PROMETHEE, F-PROMETHEE ile karşılaştırılmıştır ve her ikisinin de bazı avantajlarının olduğunu şu şekilde belirtmişlerdir: Liao ve Xu'ya göre F-PROMETHEE, karar verme sürecine yeni bilgiler sunarak; verilerin belirsizliğinin dikkate alındığı bir dereceye kadar gerçekçi bir sıralama sağlar. IF-PROMETHEE ise, tercih bilgilerinin daha kapsamlı olmasını sağlayan tercihleri üç taraftan (yani tercih edilen, tercih edilmeyen ve belirsiz) tasvir edebilir. IF PROMETHEE, geleneksel PROMETHEE ve F-PROMETHEE'den daha zengin bir çerçeve sağlayabilir (Liao ve Xu, 2014).

Chen (2015) çalışmasında IVIF-PROMETHEE için aralık değerli sezgisel bulanık tercih sıralama organizasyon yöntemi geliştirmiş ve bunu birden çok kriter karar analizine uygulamıştır. Aralıklı sezgisel bulanık kümeler teorisi, izlenimleri modellemek ve öznel yargıların belirsiz doğasını uygun bir şekilde ölçmek için kullanışlıdır. PROMETHEE daha önce aralık değerli sezgisel bulanık ortamda derinlemesine araştırılmamıştır. Chen çalışmasında dahil etme karşılaştırma olasılıkları kavramlarına dayalı olarak; ayrılma akışlarını, giren akışları ve alternatif eylemlerin net akışlarını elde etmek için tercih işlevlerini ve küresel tercih endekslerini belirlemek için içermeye dayalı genelleştirilmiş kriterler önermektedir. Bu çalışmada alternatiflerin sırasıyla kısmi sıralaması ve tam sıralaması için yöntemler olan IVIF PROMETHEE I ve IVIF-PROMETHEE II'yi geliştirmiştir. IVIF-PROMETHEE I yönteminde alternatiflerin kısmi sıralama sırasını elde etmek için çıkış ve giriş akışlarının skor fonksiyonları ve doğruluk fonksiyonları kullanılmıştır. Ayrıca, IVIF-PROMETHEE II yönteminde alternatiflerin tam sıralama sırasını elde etmek için net akış puanı kullanılmıştır. Önerilen yöntemlerin uygulanabilirliği, köprü yapım yöntemlerinin seçimindeki bir problemle gösterilmektedir. Chen'e göre önerilen IVIF-PROMETHEE yöntemlerinde kullanılan tercih

yapısı, bir dilsel derecelendirme sistemine dayanmaktadır. Dilbilimsel terimleri kullanarak araştırmacı, alternatiflerin derecelendirmeleri ve kriterlerin önem ağırlıkları hakkında karar vericinin fikirlerini kolayca toplayabilir. Dilsel derecelendirmeler, dönüştürme standartları kullanılarak uygun şekilde IVIFN'lere dönüştürülür. Bununla birlikte, dilsel derecelendirme değişkenlerinin ve dilsel ağırlıklandırma değişkenlerinin seçimi ve IVIFN'ler için dönüşüm standartları belirsizliğini korumaktadır. IVIFS ortamında dilsel derecelendirme sisteminin daha ayrıntılı bir araştırması önerilmektedir (Chen, 2015).

Tuzkaya ve ark. (2016), aralık değerli sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemini kullanarak otoparkları değerlendirme uygulaması yapmışlardır. Nüfus yoğunluğundan dolayı park sıkıntısının yaşandığı İstanbul ili çalışmalarında örnek olarak almışlardır. Tuzkaya ve ark. çalışmalarında; İstanbul ilinde rastgele seçilen otopark alanlarını aralık değerli sezgisel bulanık PROMETHEE kullanarak literatür temelli kriterlere göre karşılaştırmışlardır. Ana amaç, en iyilerini belirlemek ve doğru park yeri türlerini ve uygun park yerlerini bulmak için bir boşluk analizi yapmaktır. Ayrıca bu çalışmada İstanbul'un belli başlı otoparkları belirli kriterler ile ağırlıklandırılmıştır. Üst sıralarda yer alan otoparklar "en iyi uygulama alanı" olarak değerlendirilebilir ve bu en iyi uygulamaların yakın gelecekte uygulanması planlanan otoparklar için iyi örnekler olarak değerlendirilebileceği söylenebilir. Tuzkaya ve ark. yaptıkları çalışma ile elde ettikleri veriler sayesinde diğer otoparkların en iyileri kadar iyileştirilmesine destek olacak bir uygulama örneği sunmuşlardır. Çok kriterli karar verme probleminin bir uygulama alanı olan otopark yeri seçiminde IVIF-PROMETHEE yöntemiyle birçok şehir için uygulanabilecek bir örnek sunmuşlardır (Tuzkaya ve ark., 2016).

Montajabiha (2016) çalışmasında, çok kriterli grup karar vermede sezgisel bulanık tabanlı PROMETHEE II yöntemini kullanarak sürdürülebilir enerji planlaması üzerine bir uygulama yapmıştır. Montajabiha çalışmasında her bir alternatifin her kritere göre sıralaması ve her bir kriterin göreceli önemi, IFN'ler tarafından tanımlandığı gibi dil değişkenleriyle ifade etmiştir. Dil değişkenleri, tüm kriterlerin ağırlıklarını ve her bir kriterle ilgili olarak her alternatifin derecelendirmesini değerlendirmek için kullanılan IFS'nin üyelik fonksiyonu ve üyelik dışı fonksiyonunda ifade edilmektedir. Sezgisel bulanık kümede alternatifler arasındaki sapmaları ölçmek için koşullu normalleştirilmiş Öklid mesafe ölçüsü benimsenmiştir. Ardından, alternatiflerin üstünlük sırasını belirtmek için bir sıralama algoritması uygulanmıştır (Montajabiha, 2016).

Xu ve Zhao (2016), sezgisel bulanık karar verme için bilgi füzyonuna geniş bir perspektiften bakan bir çalışma ortaya koymuşlardır. Bugüne kadar birçok çalışma sezgisel bulanık karar verme sorunlarına odaklanmış ve çeşitli karar verme metodolojileri ve yaklaşımları önerilmiştir. Sezgisel bulanık karar verme için bilgi füzyonu hakkında net bir bakış açısı sağlamak için bu çalışma bilgi füzyonu perspektifinden mevcut sezgisel bulanık karar verme teorileri ve yöntemlerine genel bir bakış sunmaktadır; nitelik ağırlıklarının belirlenmesini, sezgisel bulanık bilgilerin toplanmasını ve alternatiflerin sıralamasını içermektedir. Ek olarak, çeşitli alanlarda tartışılan teorilerin ve yöntemlerin son uygulamalarına ilişkin detaylı bir inceleme tablosu sunmuşlardır. Çalışmalarında sezgisel bulanık karar vermede kullanılan PROMETHEE yöntemine de yer verilmiştir. Genel anlamda sezgisel bulanık karar verme yöntemlerine geniş bir açıdan bakmayı amaçlayan bir çalışmadır (Xu ve Zhao, 2006).

Rani ve Jain (2017), çalışmalarında entropi ölçüsüne dayalı çok ölçütlü karar verme problemleri için sezgisel bulanık PROMETHEE tekniğini incelemişlerdir. Entropi ölçümleri, bulanık küme teorisi alanında önemli bir rol oynar ve çeşitli yazarlar tarafından farklı amaçlar için genelleştirilmiştir. Mevcut çalışmada, sinüs fonksiyonuna dayalı sezgisel bulanık entropi ölçüsü geliştirilmiştir. Bu teknikte, önerilen entropi ölçümü sezgisel bulanık karar matrisini oluşturmak ve her bir kriterin ağırlığını türetmek için kullanılır. Ayrıca, çok kriterli karar verme problemleri için sezgisel bulanık PROMETHEE (IF-PROMETHEE) tekniği, önerilen entropi ölçümü ve sezgisel bulanık tercihler yardımıyla tartışılmaktadır. Son olarak, tekniğin etkililiği HIV enfeksiyonunu azaltmak için HIV / AIDS için antiretroviral ilaçların performanslarına göre seçilmesindeki bir problemle gösterilmektedir (Rani ve Jain, 2017).

Krishankumar ve ark. (2017), çalışmalarında dil tercihleriyle tedarikçi seçim problemini çözmek için sezgisel bulanık ortamda PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışma, bilimsel karar verme için dilsel tercihlerle birlikte yeni bir iki aşamalı karar verme çerçevesi sunmaktadır. Dil tercihinin benimsemelerinin ana nedeni, karar vericilerin her bir alternatif hakkındaki fikirlerini güçlü bir şekilde vurgulamalarına izin vererek alternatiflerin derecelendirme sürecini kolaylaştırmaktır. İlk aşamada toplama, dil temelli toplama adı verilen yeni önerilen bir operatör kullanılarak yapılır; dil terimlerini herhangi bir dönüştürme yapmadan doğrudan toplar. Bu önerinin ana motivasyonu, dönüşümün bilgi kaybına ve karar verme için artık mantıklı ve rasyonel olmayan sanal kümelerin oluşumuna yol açtığını ortaya koyan toplama teorisi üzerine önceki çalışmalar tarafından yönlendirilir. İkinci olarak,

bir sonraki aşamada; sezgisel bulanık küme (IFS) bağlamında PROMETHEE incelenmiştir. Sezgisel bulanık küme bağlamında yeni bir öneri sundukları ve IFSP (sezgisel bulanık küme tabanlı PROMETHEE) adını verdikleri yöntemi tanıtmışlardır. Önceki sıralama yöntemlerinden farklı olarak, bu sıralama yöntemi, her bir alternatif üzerinde karar vericilerin kişisel seçimini dikkate alarak yeni bir formülasyonu takip etmektedir. Bu tür bir formülasyon için ana motivasyon, sadece uygun bir alternatif elde etme değil, aynı zamanda karar sürecinde karar vericilerin bakış açısını tutarlı bir şekilde tatmin etme fikrinden kaynaklanmaktadır. Son olarak, bir otomobil fabrikası için tedarikçi seçimi problemi kullanılarak yöntemin pratikliliği test edilmiştir. Önerilen dil tercihi-IFSP çerçevesinin gücü ve zayıflığı, teorik ve sayısal analiz alanı altındaki diğer yöntemlerle karşılaştırılarak doğrulanır. Analizden elde edilen sonuçlar, önerilen dil tercihi-IFSP çerçevesinin, karar vericilerin bakış açısına rasyo-nel olarak tutarlı, diğer yöntemlerle kısmen tutarlı ve rütbe tersine çevirme sorununa karşı oldukça kararlı ve sağlam olduğu sonucuna varmaktadır (Krishankumar ve ark., 2017).

Afful-Dadzie ve ark. (2017), çalışmalarında çok kriterli karar vermede klasik bulanık küme ve sezgisel bulanık kümelerin karşılaştırmalı son durum incelemesini yapmışlardır. İki belirsizlik modelleme kavramı: klasik bulanık küme ve sezgisel bulanık küme, farklı disiplinleri kapsayan birçok gerçek dünya MCDM uygulamasında kullanılmıştır. IFS gün geçtikçe popülaritesini artırdıkça, bu çalışma klasik bulanık küme teorisi yayınlarının eğilimini ve 2000'den yılından 2015 yılına kadar MCDM yöntemlerinde kullanılan sezgisel bulanık küme (IFS) genelleştirilmiş biçimini karşılaştırmak için bir literatür araştırması yapmaktadır; katkılarını üç yeni uygulama alanı, karma ve genişletilmiş yaklaşımlar olarak sınıflandırmıştır; iki bulanık modelleme biçimi ile birlikte en çok hangi MCDM yönteminin kullanıldığını belirlemiş ve önde gelen yazarlar ve ülke bağlantıları, yıllık bilimsel katkılar ve MCDM yaklaşımlarındaki iki belirsiz kavramın çoğunun uygulandığı konu alanları gibi diğer önlemler hakkında rapor sunmuşlardır. Bu çalışmada diğer yöntemlerle birlikte sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin de sınıflandırılmasına yer vermişlerdir. Son olarak çalışmalarında, MCDM'deki klasik bulanık küme ve sezgisel bulanık kümelerin uygulamaları söz konusu olduğunda eğilimleri ve yönleri sunmaktadır (Afful-Dadzie ve ark., 2017).

Wu ve ark. (2018), çalışmalarında büyük ölçekli çatı üstü PV proje portföyü seçimi için sezgisel bir bulanık çok kriterli karar verme problemi üzerine inceleme yapmışlar ve Zhejiang, Çin'deki vaka çalışmasında uygulamasını göstermişlerdir. İlk olarak; özneliliklerin, amaç

işlevlerinin ve kısıtlamaların değerlerini temsil etmek için üçgen sezgisel bulanık sayıları tanıtmışlardır. Bu girişimin amacı, PV proje portföyü seçimi sürecindeki belirsizliklere tam anlamıyla dikkat etmektir. İkinci olarak; çeşitli özneliliklerin özelliklerinin analizine dayalı olarak karşılık gelen tercih fonksiyonları seçilmiş ve PROMETHEE II yöntemi daha sonra alternatif projeleri sıralamak için kullanılmıştır. Bu adımın esası, karar vermenin doğruluğunu artırmaya yardımcı olur. Son olarak; önerilen karar çerçevesinin rasyonelliğini kanıtlamak için karşılaştırmalı bir analizle Zhejiang vilayeti vakası yürütülmüştür (Wu ve ark., 2018).

Tuzkaya ve ark. (2019), çalışmalarında aralık değerli sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi kullanarak hastanelerin hizmet kalitesini değerlendirmeyi hedeflemişler ve İstanbul'da vaka çalışması yaparak uygulamasını göstermişlerdir. Sennaroğlu ve ark. (2016) ise bir konferansta sundukları çalışmada hastane hizmetlerini geliştirmeye çalışan bir aralık değerli sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi önermişlerdir (Sennaroğlu ve ark., 2016). Tuzkaya ve ark. hastanelerin hizmet kalitesiyle ilgili görüşlerini şu şekilde belirtmiştir; hastaların memnuniyetinin ölçülmesi ve algılarının anlaşılması, hastane yönetiminin, müşterilerin kabul edilebilir kalitede sağlık hizmetleri için artan taleplerine yanıt vermesi açısından önemlidir. Bu nedenle, hastanenin hizmet kalitesinin hasta algısı açısından değerlendirilmesi, hastane yönetiminin hizmet kalitesini etkileyen temel faktörleri belirlemesi ve hastane hizmet kalitesindeki sorunları çözmek için etkili yöntemler uygulaması açısından faydalıdır. Aralık Değerli Sezgisel Bulanık (IVIF) kümesi, sağlık hizmetlerinin değerlendirilmesinin karmaşıklığı ve belirsizliği nedeniyle uygun bir araç olarak kabul edilir. Sağlık hizmetinin kalite seviyesinin değerlendirilmesi, dikkate alınan kriterlerin etkileri hakkında ayrıntılı bilgi vermenin yanı sıra, hastaların görüşlerini analiz ederek hizmet kalitesi sorunlarının üstesinden gelmek için etkili prosedürlerin uygulanmasında fırsatlar yaratır. Önerilen metodoloji, hastane yönetimi için yararlı bir araç olabilir. İstanbul'daki bir devlet hastanesinin gerçek hayattaki bir vaka çalışmasında hastaların görüşlerine dayalı hizmet kalitesi değerlendirmesi için IVIF-PROMETHEE yöntemi uygulanmış ve sonuçlar IVIF-TOPSIS yöntemi ile karşılaştırılmıştır. IVIFS'ler, sağlık bakım sistemlerinin karmaşıklığı ve belirsizliği nedeniyle uygun araçlar olarak kabul edilir. IVIF'ler insanların kararlarından, hislerinden ve algılarından etkilenen sistemlerin modellenmesindeki güçlük nedeniyle kullanılmaktadır. Kesin değerlerden ziyade insan düşüncesine çok yakın dil değişkenleri ve etiketleri kullanmak gerekir. Tuzkaya

ve ark. önerdikleri yöntemin, hastaların bakış açıları sağlık hizmeti performansının iyileştirilmesinde kullanılabileceğinden, hastane yönetimi için yararlı bir araç olabileceğini iddia etmişlerdir (Tuzkaya ve ark., 2019).

Feng ve ark. (2020), çalışmalarında PROMETHEE yöntemini sezgisel bulanık soft kümelerde geliştirmişlerdir. Sezgisel bulanık soft kümeler kavramı, sezgisel bulanık bilgilerle çoklu öznitelikli karar vermeyi çözmek için etkili bir araç sağlamaktadır. Sezgisel bulanık soft kümelere dayalı karar vermede en önemli konu, sezgisel bulanık değerler açısından ölçülen bilgilerden alternatiflerin sıralamasının nasıl elde edileceğidir. Feng ve ark. ortaya koydukları çalışmalarında, sezgisel bulanık soft kümelere dayanarak PROMETHEE yönteminin yeni bir uzantısını önermişlerdir. Sezgisel bulanık üyelik (veya üye olmama) sapma matrisleri, sezgisel bulanık üyelik (veya üyeliksizlik) tercih matrisleri ve toplu sezgisel bulanık tercih matrisleri gibi sayısız yeni kavram sunmanın yanı sıra, üç farklı tercihin inşasına daha fazla vurgu yapmaktadırlar. Sezgisel bulanık soft kümelere dayalı genişletilmiş PROMETHEE yöntemi ile çok öznitelikli karar verme problemlerini çözmek için yeni bir algoritma sunmuşlardır. Ek olarak, farklı yaklaşımlar arasında karşılaştırmalı bir analiz yapmak için risk yatırımı ile ilgili bir kıyaslama problemini de araştırmışlardır. Yeni önerilen yöntemin, gerçek hayat senaryolarında problemleri çözmede etkili olduğunu göstermişlerdir. Feng ve arkadaşları tarafından geliştirilen genelleştirilmiş PROMETHEE yönteminin klasik PROMETHEE yönteminden miras alınan avantajlara ek olarak, uzmanların belirsiz veya tarafsız bakış açılarını ayrıntılı olarak tanımlayabilir bu da gerçek hayattaki karar verme problemlerinde belirsizlikle başa çıkmayı daha uygun hale getireceğini belirtmişlerdir (Feng ve ark., 2020).

Dammak ve ark. (2020), uzaklık ve benzerlik ölçülerine dayalı çok kriterli karar verme problemleri için sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemini geliştirmişlerdir. Çalışmalarında, MCDM problemlerini amaçlayan ve çözen sezgisel bulanık PROMETHEE II yönteminin yeni bir versiyonunu önermişlerdir. Sezgisel bulanık kümelere dayalı alternatifler arasındaki sapmaları ölçmek için uzaklık ve benzerlik ölçüleri kullanılmıştır. Tercih matrisini belirlemek için alternatifler arasındaki mesafe ve benzerlik ölçüsünü uygulamayı önermişlerdir. Ardından, alternatiflerin üstünlük sırasını belirtmek için bir sıralama algoritması uygulamışlardır. Son olarak, yatırım organizasyonlarını değerlendirmek için önerdikleri yöntemin uygulamasını yapmışlardır (Dammak ve ark., 2020).

Dubo ve Dong (2020), çalışmalarında sezgisel bulanık PROMETHEE'ye dayalı tedarik zinciri kalitesi performans değerlendirme modelini geliştirmişlerdir. Tedarik zinciri kalite performans değerlendirmesinde, yalnızca öznel grup karar verme ile değerlendirilebilecek birçok belirsiz ve bulanık gösterge bulunmaktadır. Bu çalışma, geleneksel PROMETHEE'yi geliştirerek sezgisel bulanık PROMETHEE'ye dayalı çok özellikli bir grup karar modeli önermektedir. Uzmanın anlamsal değerlendirme bilgilerini işlemek için sezgisel bulanık kümelelerin kullanılması, öznel değerlendirme bilgilerini daha bilimsel ve makul hale getirmektedir. Uzman ağırlıklarını çözmenin ve değerlendirme öznitelik ağırlıklarının objektif yöntemi, değerlendirme sürecinin öznelliğini azaltmaktadır. Dubo ve Dong önerdikleri yöntemin tedarik zinciri kalite performans değerlendirmesinde bir uygulamasını yaparak bilimsel ve etkili bir yöntem olduğunu göstermişlerdir (Dubo ve Dong, 2020).

Sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin temel çalışma prensibi ve akış şeması aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- **Adım 1:** Çok kriterli karar verme problemini belirlemek.
- **Adım 2:** Alternatifleri ve kriterleri belirlemek.
- **Adım 3:** Kriterlerin önem derecelerini belirlemek.
- **Adım 4:** Problem için en uygun ölçüt türünü belirlemek ve belirlenen ölçüt türüne göre eşik değerlerini hesaplamak.
- **Adım 5:** Belirlenen ölçüt türü ve eşik değerlerine göre tercih matrisini oluşturmak.
- **Adım 6:** Her bir kriter için sezgisel bulanık tercih ilişkisini oluşturmak.
- **Adım 7:** Genel sezgisel bulanık tercih ilişkisini oluşturmak.
- **Adım 8:** Sezgisel bulanık pozitif outranking akış ile sezgisel bulanık negatif outranking akışı hesaplamak.
- **Adım 9:** Pozitif outranking akış ile negatif outranking akış arasındaki ilişkiyi belirlemek.
- **Adım 10:** Alternatiflerin tam sıralamasını elde etmek.

1.5. Eğitim, Başarı, Seçme ve Sıralama

Eğitim; bireyin davranışlarında kendi yaşantıları yoluyla, kasıtlı olarak istendik yönde davranış değişikliği meydana getirme sürecidir (Ertürk, 1972). Eğitim doğduğumuz andan itibaren öncelikle ailede başlar. Sonrasında çevre, okul ve dış faktörler gibi etkilerle ömür boyu süren bir süreçtir. Öğretim ise eğitimin okullarda planlı programlı yapılan kısmıdır. Aslında öğretim, eğitimin bir parçasıdır. Başarı ise başarma eylemi yani muvaffakiyet olarak açıklanabilir. Öğretim planlanması yapılırken hedef; öğrencilerin okul öncesi, ilköğretim, orta öğretim ve üniversite gibi eğitim kurumlarından başarılı bir şekilde mezun olmasıdır. Öğrencilerin başarılı olması için eğitim kurumlarının her kademesinde gerekli bilgi ve deneyimler öğretmenler tarafından öğrencilere aktarılmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı tarafından eğitimin her kademesi için öğrencilerin başarılı olması amacıyla okullarda alması gereken eğitime yönelik müfredat hazırlanmaktadır (MEB, 2020). Türkiye’de bütün iller, ilçeler ve kasabalardaki eğitim kurumlarında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan müfredat uygulanmaktadır. Fakat öğrenci başarısı ilden ile, okuldan okula ve en önemlisi öğrenciden öğrenciye değişmektedir. Çünkü verilen eğitim ile öğrencinin bu eğitimi başarma eylemi haline getirme sürecinde birçok etken rol almaktadır. Her öğrenci bireyseldir. Her öğrencinin öğrenme şekli, algılama biçimi, aile yapısı, kişilik özellikleri, psikolojisi, sağlık durumu, sosyo ekonomik durumu ve daha birçok özelliği kendine özgüdür. İşte bu tarz özelliklerinden dolayı her öğrencinin başarısı birbirinden farklıdır. Öğrencilerin başarısını etkileyen faktörlerin ne olduğuyla ilgili literatürde oldukça fazla çalışma mevcuttur. Çalışmalar incelendiğinde öğrenci başarısını etkileyen faktörler şu şekilde listelenebilir:

1. Motivasyon
2. Kaygı
3. Tutum
4. Okul Kültürü
5. Ebeveyn Katılımı
6. Öz Yeterlik
7. Benlik Kavramı

8. Öz Düzenleme
9. Kontrol Odağı
10. Eğitimde Liderlik
11. Sosyoekonomik Durum
12. Kolektif Öğretmen Yeterliği
13. Okul İklimi
14. Beklenti
15. Benlik Saygısı
16. Hedef Yönelimi
17. Öğrenme Türleri/Tarzları
18. Sosyal Uyum

1.5.1. Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörler

1.5.1.1. Motivasyon

Motivasyon kavramı, insan davranışını ve performansını etkileyen önemli bir faktör olarak görülmektedir. Özellikle eğitim araştırmacıları ve uygulayıcıları motivasyonun öğrenci başarısında ve sürekli başarının sağlanmasında en önemli faktörlerden biri olduğunu belirtmektedir. Motivasyon kavramında üç önemli faktör vardır; bireyin belirli bir amaç için gerekli olan davranışını tetiklemek, bu davranışı yönlendirmek ve bu davranışı başlatan ve yönlendiren iç durum. Başarıyı etkileyen 3 motivasyon türü vardır:

- İçsel motivasyon: Bireyi belirli bir davranışa yönlendiren faktörler kendi iç dünyasından gelirse, bireyin dışındaki itici güçlerden bağımsız bir şekilde, bu içsel motivasyondur. İçsel motivasyonun ana kaynakları bireyin ilgi, merak ve ihtiyaçlarıdır.
- Dışsal motivasyon: Bireyin davranışının itici gücü ondan bağımsızsa, başka bir deyişle, onun ortamında yatıyorsa, bu dışsal motivasyondur. Ödüller, ceza ve sosyal destek gibi dış kaynaklardan kaynaklanan davranışlar, bireyin eyleminin sonucu ile bağlantılı davranışlardır.

- Motive olamama: Eğer bireyler eylemleri ile eylemlerinin sonuçları arasında bir bağlantı kuramazlarsa, bireyler motive olamama yaşarlar. Bu durumda, bireyler eylemlerinin etkisi veya çevrelerinin etkisi ile bir ilişki kuramazlar ve bu nedenle içsel veya dışsal olarak motive edilemezler.

Özen (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, motivasyon ve öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirten hipotezi desteklemiştir. Motivasyonun öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.27 olarak hesaplanmıştır ve bu da motivasyonun öğrenci başarısı üzerinde düşük düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Alkış, 2015; Aluçdibi ve Ekici, 2012; Cohen, 1988; Deci ve Ryan, 2002; Guay ve ark., 2010; Özen, 2017; Özerbaş, 2003; Pintrich ve Schunk, 2002; Pintrich, 2003; Vallerand, 1989; Yurt ve Bozer, 2015).

1.5.1.2. Kaygı

Kaygı, günlük yaşamda sıklıkla yaşanan bir duygudur ve birçok şekli vardır. Bilinç düzeyinde algılanan belirli bir gerilim, kavrama ve artan sinirsel aktivite olarak tanımlanır. Doğası gereği, kaygı insanlarda sürekli düşük seviyeli rahatsız edici bir ruh hali yaratır. Sınav kaygısı, bireylerin eğitim hayatları boyunca yaşadığı kaygı türlerinden biridir. Sınavlar veya benzer test koşulları sırasında ortaya çıkan kaygı olan sınav kaygısı ergenlerin akademik sonuçlarını etkileyebilir. Çalışmalar sınav kaygısının öğrencilerde rahatsızlık yaratan bir faktör olduğunu ve başarısızlığa neden olduğunu ortaya koymuştur. Başarı ve kaygı arasındaki ilişki çift yönlüdür ve ters orantılıdır. Başarıdaki artış kaygıda azalmaya, kaygıdaki artış başarıda azalmaya neden olur. Başarı ve kaygı arasındaki bu ilişki, insan psikolojisinin geleceği tahmin etmeye ve geçmiş bilgileri işlemeye çalışarak belirli yetenekleriyle ilgilidir. Başarılı olduklarında, bireyler akıllarında başarıya ulaşma yolunu kodlayabilir, başarısızlığa neden olan faktörleri ortadan kaldırabilir ve başarıya giden en kısa yolu belirleyebilir. Başka bir deyişle, başarılı olduklarında, bireyler daha başarılı olma yollarını geliştirirler ve geleceği daha kolay tahmin edebilirler. Bu, geleceğe ilişkin belirsizliği ortadan kaldıran ve kaygıyı azaltan bir rahatlama yaratır. Başarının bu işleyişi literatürde öz-yeterlik ve öz güven gibi kavramlarla ifade edilmiştir. Başka bir deyişle, bireyler geleceği tahmin edemedikleri ve bundan sonra ne olacağını öngöremedikleri için endişe duyarlar. Sınav kaygısı üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilerin matematik, kimya ve istatistik gibi sayısal derslerde daha fazla endişe yaşadıklarını ortaya koymuştur. Nedeni, bu derslerin sınavlarının ezberden ziyade içsel ope-

rasyonlara dayandırılması olabilir. Başka bir deyişle, ezberlenecek belirli metinler yerine her seferinde farklı sayılar ve işlemler içeren bu tür testler, öğrencilerin bir dahaki sefere karşılaşacaklarını tahmin etmelerini önler ve öğrencilerin kaygı düzeyi artar. Erzen (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, kaygı ve başarı arasında negatif bir ilişki olduğunu formüle eden hipotezi desteklemiştir. Kaygının başarı üzerindeki etki büyüklüğü -0.28 olarak hesaplanmıştır ve bu kaygının öğrenci başarısı üzerinde düşük düzeyde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Etki büyüklüğü düşük olmasına rağmen kaygının başarı üzerinde olumsuz ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Başarı için gerekli olan "kaygı" değil, makul bir "stres" düzeyidir. Stres, bireyin çok yüksek veya çok düşük olması durumunda başarısını olumsuz etkileyen bir değişkendir. Ancak, optimum seviyede olduğunda pozitif ve motive edici bir güç sağlar (Aydın ve Bulgan, 2017; Bandura, 1989; Cohen, 1988; Erzen, 2017; Gürşen Otacıoğlu, 2008; Muse ve ark., 2003; Putwain ve Best, 2011; Spielberger ve ark., 1970).

1.5.1.3. Tutum

Tutum genellikle bireyin bir uyarana olumlu veya olumsuz tepki verme eğilimi olarak tanımlanır. Başka bir tanımda, tutum bireyin bir konu, başka bir birey, bir durum ve bir deneyim hakkında bilgi birikimi olarak görülür. Ek olarak, tutumun bireyin inançlarından, duygularından ve amaçlanan davranışlarından kaynaklandığına inanılmaktadır. Eğitim araştırmacıları, öğrencilerin bir konuya yönelik tutumlarının akademik başarıya yol açtığını vurgulamaktadır. Tutumun üç bileşeni vardır:

- Duyuşsal: bir nesneye karşı duygular
- Bilişsel: inançlar ve bilgi
- Davranış: hareket etme eğilimi, niyetler ve davranış beklentileri.

Sölpük (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, tutumun akademik başarı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirten hipotezi desteklemiştir ve bu etki oranı 0.40 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, tutumun öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgu önemlidir çünkü tutum davranışlarının, öğrencilerin hedeflerine ulaşmalarında ve uzun vadede varlıklarını sürdürmede kritik bir rolü olduğu düşünülen öğrenci başarısını etkilediğini göstermektedir (Acun, 2014; Baş, 2012; Cohen, 1988; Fishbein ve Ajzen, 1977; Gömleksiz ve Kan, 2013; Nuhoglu, 2008; Önal, 2013;

Simpson ve ark., 1994; Sölpük, 2017; Taşlıtarla, 1998; Yetim, 2002).

1.5.1.4. Okul Kültürü

Okul kültürü kavramı okul liderlerinin okullarının yazılı olmayan kurallarını ve geleneklerini, normlarını ve beklentilerini daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için daha doğru ve sezgisel olarak çekici bir yol sağlamaktadır. Okul kültürleri, zamanla kurulan karmaşık gelenek ve ritüel ağlardır. Her okulun bir kültürü vardır ve bazıları diğerlerinden daha güçlüdür, ancak bu en güçlü kültürün eğitim için en iyi koşulları sağladığı anlamına gelmez. Ancak, kültür bir okulun tüm yönlerini etkiler. Kültür, okulun etkinliğini ve verimliliğini teşvik eder, meslektaşlığı, işbirliğini, iletişimi ve problem çözme uygulamalarını geliştirir, yenilik ve okul gelişimini destekler, bağlılık ve kibar motivasyon geliştirir, okul personelinin, öğrencilerin ve topluluğun enerjisini ve canlılığını artırır, değerli olanlara dikkat çeker ve önemli olarak görülmektedir. Koçyiğit (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, okul kültürü ile öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu savunan hipotezi desteklemiştir. Okul kültürünün öğrenci başarısı üzerindeki etkisi 0,49 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, okul kültürünün öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988; Deal ve Peterson, 2009; Gruenert, 1998; Koçyiğit, 2017; Terzi, 2005).

1.5.1.5. Ebeveyn Katılımı

Aileler ve okullar çocukların eğitiminde önemli ortaklardır ve çocukların başarılarının sorumluluğunu paylaşırlar ve bu ebeveynler ve okullar arasındaki işbirliğini gerektirir. Ebeveynleri eğitimlerine dahil olduğunda öğrenciler hem akademik hem de gelişimleri açısından fayda sağlayabilir. Garcia'nın (2014) eğitimleriyle ilgili olarak belirttiği gibi, bu öğrenciler daha yüksek notlara, test puanlarına, okula devam oranlarına, mezuniyet oranlarına, ev ödevlerine hazır olma ve eğitim hedeflerine sahip olma eğilimindedir. Gelişimleri ile ilgili olarak, bu öğrenciler daha yüksek motivasyona, daha iyi öz saygıya, yüksek düzeyde öz-yeterliğe, olumlu tutuma ve daha az şiddet davranışına sahip olabilir. Birçok araştırmacı ebeveyn katılımlarını inceleyerek öğrenci başarısı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. 6 tür ebeveyn katılımı modeli aşağıdaki gibi açıklanabilir (Epstein ve Salinas, 2004):

- Tip 1 (Ebeveynlik): Ebeveynlik becerileri, aile desteği, çocuk ve ergen gelişimini anlama ve her yaş ve sınıf düzeyinde öğrenmeyi desteklemek için ev koşulları belirleme konusunda ailelere yardımcı olmak. Okullara ailelerin geçmişlerini, kültürlerini ve ço-

cuklar için hedeflerini anlamalarında yardımcı olmak.

- Tip 2 (İletişim): Okul programları ve öğrenci ilerlemesi hakkında ailelerle iletişim kurmak. Okul ve ev arasında iki yönlü iletişim kanalları oluşturmak.
- Tip 3 (Gönüllülük): Aileleri gönüllü olarak ve okulda veya başka yerlerde izleyici olarak dahil etmek için gönüllülerin işe alımını, eğitimini, faaliyetlerini ve programlarını iyileştirmek. Eğitimcilerin öğrencileri ve okulu destekleyen gönüllülerle çalışmasını sağlamak.
- Tip 4 (Evde Öğrenme): Ev ödevleri, hedef belirleme ve diğer müfredatla ilgili etkinlikler de dahil olmak üzere aileleri çocuklarıyla evde akademik öğrenime katılmaya teşvik etmek. Öğretmenleri öğrencilerin ilginç görevleri paylaşmalarını ve tartışmalarını sağlayan ödevler tasarlamaya teşvik etmek.
- Tip 5 (Karar Verme): Aileleri okul konseyleri veya iyileştirme ekipleri, komiteler ve ana kuruluşlar aracılığıyla okul kararlarına, yönetim ve savunuculuk faaliyetlerine katılımcı olarak dahil etmek.
- Tip 6 (Toplulukla İşbirliği Yapma): Aileler, öğrenciler ve okul için kaynakları ve hizmetleri işletmeler, ajanslar, kültürel ve sivil kuruluşlar ve kolejler veya üniversiteler dahil olmak üzere topluluk gruplarıyla ilişkilendirmek. İlgili tüm aktörlerin topluma hizmet sunmasını sağlamak.

Bu çerçeve hem evde hem de okulda çocukların başarısını arttırmak ve hem eğitimcileri hem de ebeveynleri bu amaca nasıl ulaşılacağı konusunda bilgilendirmek için bir araç olarak kullanılabilir. Danişman (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, öğrenci başarısı ile ebeveyn katılımı arasında pozitif bir ilişki olduğunu savunan hipotezi desteklemiştir. Ebeveyn katılımının öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.21 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ebeveyn katılımının öğrenci başarısı üzerinde düşük düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. (Cohen, 1988; Danişman, 2017c; Demirtaş, 2011; Epstein ve Hollifield, 1996; Epstein, 2010; Garcia, 2014; Pena, 2000).

1.5.1.6. Öz-Yeterlik

Öz-yeterlik, bireylerin eğitim hayatlarını ve davranışlarını uygun seviyelere getirme yeterliklerine ilişkin inançları ile ilgilidir. Öz-yeterlik, bireyin yapması gerekenden ziyade ne

yapabileceğini bilmektir. Başka bir deyişle, bireyin kendi yeteneklerini ve yetkinliklerini değerlendirerek performansını davranışa dönüştürmesi anlamına gelir. Öz-yeterlik inançları bireylerin stratejik, düzensiz, iyimser veya kötümser düşüncelerini doğrudan yönlendirir; davranışlarını şekillendirme noktasında motivasyon düzeylerini etkilerler. Başka bir deyişle, mevcut bireysel yetkinliklerin değerlendirilmesi sonucunda bireylerin davranışları değişebilir. Algılanan öz-yeterlik, insan davranışlarının oluşumunda kilit bir role sahiptir. Algılanan öz-yeterlilik davranış doğrudan etkilemese de, hedefleri, beklentileri, duygusal eğilimleri, engelleri ve fırsatları gibi belirleyicileri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Öz-yeterlik, hedefe yönelik davranışların sürdürülmesi ve düzenlenmesi ile ilişkili bireysel yeterliklerin öznel bir yargısıdır. Başarı ve öz-yeterlik arasında çift yönlü bir ilişki vardır. Buna göre, bireylerin öz-yeterliklerinde gözlenen artış, başarılarına olumlu yansımaktadır. Bunun nedeni, öz-yeterlik inançlarının insan davranışlarını çeşitli şekillerde etkilemesidir. İlk olarak, öz-yeterliliğin davranışların seçimini etkilediği, yani bir bireyin sergileyeceği davranışların öz-yeterlik inançlarına göre belirlendiği tartışılmaktadır. Başka bir deyişle, bireyler bilişsel ve duygusal yeterliklerini performansa dönüştürürken öz-yeterlik algılarından etkilenmektedir. Bu nedenle, olumlu bir beklentiyle bilişsel ve duygusal bir davranış sergileyen bireyin süreci başarıyla tamamlaması muhtemeldir. İkincisi, öz-yeterlik, bireylerin endişeli bir durumu ele almak için ne kadar çaba ve zaman harcaması gerektiğini belirlemelerine yardımcı olur. Akademik başarı ile ilgili olarak, bireyler, zorlu deneyimler veya durumlarda istenen sonucu (başarı) elde etmek için göstermeleri gereken davranışları öz-yeterlik yoluyla belirleyebilirler. Çikrikci (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, öz-yeterlik ve öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirten hipotezi desteklemiştir. Öz-yeterliliğin öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.34 olarak hesaplanmıştır; bu da öz-yeterliliğin öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Araştırma bulgularının genel değerlendirmesi ile ilgili olarak, öz-yeterliliğin başarıyı etkileyen önemli bir değişken olduğu söylenebilir. Bireylerin öz-yeterlik algısında gözlenen değişim, başarıya (olumlu ya da olumsuz) göre yansıtılır. Bu bağlamda, öğrencilerin kişiliğinin rasyonel bir yönelimle şekillendiği eğitim ortamlarında verilen eğitimcilerin yeterli geribildirimi, öğrencilerin öz-yeterliklerini olumlu yönde etkileyebilir. Gerçekten de, bu faaliyeti gerçekleştirirken çok dikkatli olmaları gerekir. Başarılarının olumlu değerlendirmelerini yaparken öğrencilerin performansının çok altını çizmek, öz-yeterlik gelişimini olumsuz yönde

etkileyebilir. Bu bağlamda, hem eğitimciler hem de ebeveynler, çocukların sağlıklı bir öz-yeterlik algısı geliştirmelerine özen göstermelidir (Bandura, 1989; Bandura, 2001; Cohen, 1988; Çıkrıkci, 2017; Öncü, 2012; Zimmerman, 2000; Zimmerman ve Kitsantas, 2005).

1.5.1.7. Benlik Kavramı

Birbirine benzeyen bireyler, kendileri hakkında farklı düşüncelere sahip olabilirler ve kendilerini nasıl algıladıklarına ve neler başarabileceklerine dair inançlarına bağlı olarak farklı davranışlar sergileyebilirler. Bireylerin kişilikleri, rolleri, becerileri ve diğer bireylerle olan ilişkileri hakkındaki bu inanca benlik kavramı denir. En genel anlamda, benlik kavramı insanların kendileri hakkındaki algılarını ifade eder. Benlik kavramı, bireylerin kendi akademik yetenekleri veya becerileri hakkındaki kişisel algıları ile ilgilidir, genellikle deneyim ve öğrenme ortamının yorumlanmasıyla geliştirilir ve öğrenmede en önemli faktörlerden biri olarak görülür. Benlik kavramı iki kategoride değerlendirilebilir: akademik benlik kavramı ve akademik olmayan benlik kavramı şeklinde. Öğrenci başarısı üzerindeki etkiye bakarken akademik benlik kavramına yoğunlaşarak araştırma yapılmıştır. Akademik benlik kavramının en yaygın tanımlarından biri, bireyin becerilerini zihinsel olarak okulda veya akademik ortamlarda gösterme şeklidir. Dulay (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, benlik kavramı ile öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu formüle eden hipotezi desteklemiştir. Benlik kavramının öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.38 olarak hesaplanmıştır; bu da benlik kavramının öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin başarılarını destekleme ve akademik benlik kavramlarını geliştirme örgün eğitimin iç içe bileşenleri olarak algılanmakta ve benlik kavramı gelecekteki başarıyı tahmin etmek için önemli bir faktör olarak görülmektedir (Areepattamannil, 2012; Brunner ve ark., 2010; Cohen, 1988; Dulay, 2017; Fryer, 2015; Marsh ve Martin, 2011; Shavelson, 1976).

1.5.1.8. Öz Düzenleme

Küreselleşme, toplumlardan, çok miktarda bilginin üretildiği göz önüne alındığında, vatandaşlarının sahip olması gereken bilgi miktarı veya türü hakkında tercihlerini düzenlemeleri konusunda eğitmelerini de gerektirir. Sürekli büyüyen bilgi kütesinin varlığından dolayı eğitimin en önemli hedeflerinden biri, hem okul yıllarında öğrenmelerini desteklemek hem de zorunlu eğitimden sonra ileri çalışmalara hazırlamak için öğrencilerin öz düzenleme becerileri kazanmalarına yardımcı olmaktır. Öz düzenleme; sistematik olarak akademik hedeflere

ulaşmaya yönelik olarak oluşturulmuş düşünce, duygu ve eylemler olarak tanımlanabilir. Öz düzenleme duygularımızı, düşüncelerimizi ve davranışlarımızı kontrol edebilmek şeklinde ifade edilebilir. En genel tanımıyla öz düzenleme; bir hedefe ulaşmak ya da bir durumun taleplerini karşılamak için kişinin kendi bilişini, davranışını ve duygularını izleme ve değiştirme yeteneği olarak tanımlanmıştır. Danişman (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, öğrenci başarısı ile özdenetim arasında pozitif bir ilişki olduğunu savunan hipotezi desteklemiştir. Öz-düzenlemenin öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.26 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, öz düzenlemenin öğrenci başarısı üzerinde düşük düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Boekaerts, 1997; Cohen, 1988; Çevik ve ark., 2015; Danişman, 2017a; Kaplan, 2008; Zimmerman ve Schunk, 1989; Zimmerman, 2000).

1.5.1.9. Kontrol Odağı

Kontrol odağı, bir kişilik özelliği kavramıdır. Kontrol odağı aslında bireylerin kendilerini etkileyen olayları kontrol edebileceklerine ne ölçüde inandıklarını ifade eder. Bu kavram, bireylerin davranışlarının kendilerini etkileyen olumlu ya da olumsuz olaylara dayandığına inanma eğiliminde olup olmadıklarını ya da davranışlarının şans ve kader gibi dış güçlere dayandığına inanıp inanmadıklarını inceler. Kontrol odağı, kişinin davranışını neyin kontrol ettiğine dair inançları ya da yaşamdaki kontrol kaynakları hakkındaki algıları olarak tanımlanabilir. Çoğaltay (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, kontrol odağı ile öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu formüle eden hipotezi desteklememiştir. Kontrol odağının öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0,02 olarak hesaplanmış, bu da kontrol odağının öğrenci başarısı üzerinde düşük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamsız etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Akça, 2013; Cohen, 1988; Çoğaltay, 2017; Judge ve ark., 1998; Rotter, 1966).

1.5.1.10. Eğitimde Liderlik

Liderlik, eğitim çalışmalarında okullar ve yöneticilerle ilişkilidir. Okul yöneticilerinin tüm çalışanlara ve öğrencilere rehberlik etmesi, onları desteklemesi, tüm sorumluluğu üstlenmesi ve okulun amaçlarını karşılamaları için onlara ilham vermesi beklenmektedir. Ayrıca, okul yöneticileri müfredat reformuna ve olumlu bir öğrenme ortamının geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Okul lideri, program geliştirmeyi planlayan ve sürdüren, kaynakları tahsis eden, çalışanların ve öğrencilerin cesaretlendirerek performansını artıran ve onları okulun amaçlarına ulaşmaları için yönlendiren kişidir. Okulun hedefleri belirlendikten sonra, okul

liderleri bu hedeflerin öğrenciler ve öğretmenlerle açıklanmasını ve kabul edilmesini sağlar. Ayrıca, bu liderler okul dışı faaliyetleri yönetmektedir. Okulun diğer alanlarındaki çalışan ve öğrenci etkinliklerini yönlendirir, yerel kuruluşları okulla çalışmaya teşvik eder ve aileler ve iş organizasyonlarıyla işbirliği yaparlar. Sonuç olarak, okul liderleri öğrenci başarısının maksimum potansiyelde olmasını sağlama sorumluluğunu üstlenirler. Öğrenci başarısı üzerine yapılan çalışmalar, eğitim liderliği ile öğrenci öğrenmesi arasında doğrudan bir ilişki olduğunu varsaymaktadır. Ayrıca, eğitim liderliğinin öğrencinin öğrenmesi üzerinde dolaylı bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Karadağ ve ark. (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, eğitim liderliği ile başarı arasında pozitif bir ilişki olduğunu öne süreren hipotezi desteklemiştir. Eğitimsel liderliklerin öğrenci başarısı üzerindeki etkisine ilişkin değeri yani etki büyüklüğü 0.34 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, eğitim liderliğinin öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Eğitimde liderliğin öğrencilerin başarısını ölçmede kullanılan dersler açısından öğrenci başarısı üzerindeki etkisi incelendiğinde, tüm derslerin anlamlı ve olumlu etkileri olduğu bulunmuştur. Okuldaki eğitim düzeyi açısından, eğitimsel liderliğin öğrencilerin başarısına etkisi ilk, lise ve ortaokul düzeyinde orta ve kapsamlı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. İlkokuldaki eğitimsel liderliğin öğrenci başarısı üzerinde kapsamlı bir etkisi olduğu, ortaokul ve yüksekokullardaki öğrencilerin başarısı üzerinde orta düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir (Busher ve ark., 2000; Cohen, 1988; Karadağ ve ark., 2017; Krüger ve Scheerens, 2012; Ross ve Gray, 2006; Sezer, 2018).

1.5.1.11. Sosyoekonomik Durum

Bulgular, sosyoekonomik durumun öğrenci başarısını etkilediğini ve ortalama standart etkisinin yüksek düzeyde olduğunu savunan hipotezi desteklemektedir. Bu bulgu, sosyoekonomik durumu daha yüksek olan ailelerden gelen öğrencilerin, sosyoekonomik geçmişi düşük olan öğrencilere göre daha yüksek başarı düzeylerine sahip olduğunu göstermektedir. Sosyoekonomik durumun başarıya etkisi birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Farklı topluluklar ve geçmişler üzerine yapılan araştırmalar, sosyoekonomik durum ile öğrenci başarısı arasındaki ilişkiyi farklı açılardan incelemiş ve böylece eğitim sistemlerinin sosyal adalet perspektifinden analiz edilmesine yardımcı olmuştur (Coleman, 1988; Reynolds ve Walberg, 1992; Şirin, 2005; Çiftçi ve Cin, 2017).

1.5.1.12. Kolektif Öğretmen Yeterliği

Kolektif öğretmen yeterliği kavramı; bir öğretmenin öz yeterliği, yeterliğine ve öğrencilerin öğrenmesini etkili bir şekilde kolaylaştırabildiğine dair inançlarını yansıtan bir kavramdır. Öğretmen öz yeterliği, eğitim faaliyetlerini etkileyen ve öğretmenler arasındaki mesleki farklılıkları ortaya çıkaran bir değişken olarak tanımlanabilir. Araştırma, öz yeterlik algısı yüksek öğretmenlerin çalışmalarında daha motive ve çalışkan olduklarını, örgütlü bir şekilde çalıştıklarını, kişilerarası ilişkilerde daha başarılı olduklarını, öğrencileriyle daha fazla zaman geçirdiklerini, öğrenme güclüğü olan öğrencilere daha fazla yardımcı olduklarını ve öğrencilerin başarılarına daha iyi katkıda bulunduklarını göstermiştir. Literatür kolektif öğretmen etkinliği ile öğrenci başarısı arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir. Çoğaltay ve Karadağ (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, kolektif öğretmen etkinliği ile öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirten hipotezi desteklemektedir. Kolektif öğretmen etkinliğinin öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.52 olarak hesaplanmaktadır. Bu değer, öğretmen etkinliğinin öğrenci başarısı üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Bandura, 1997; Cohen, 1988; Çoğaltay ve Karadağ, 2017; Çolak ve ark., 2017; Gibson ve Dembo, 1984; Goddard, 2001; Tschannen-Moran ve ark., 1998).

1.5.1.13. Okul İklimi

Bir kuruluş yaşam alanı olarak kabul edildiğinde, olumlu bir iklimin sağlanması, hem bireyler hem de kuruluşlar için kuruluş içinde iyi ilişkilere sahip olma ve kuruluşun sağlıklı bir şekilde hayatta kalması açısından önemlidir. Örgütsel çevrenin okul içindeki öğrenciler ve yetişkinler üzerinde psikososyal etkisi olarak tanımlanabilecek okul iklimi, okulun normlarını, hedeflerini, değerlerini, ilişkilerini, organizasyon yapısını ve öğrenme-öğretme yöntemlerini içerir. Bu bağlamda okul ortamı, samimi ve olumlu bir öğrenme sağlayan fiziksel çevre, olumlu iletişim ve etkileşimi teşvik eden sosyal çevre, özellikle aidiyet duygusu yaratan duygusal çevre gibi okulun farklı bölümlerinden oluşur. Okul iklimi hakkındaki tüm bu tanımlara dayanarak, okul ikliminin okulun çevresini veya kişiliğini ifade ettiği ve eğitim kurumlarının öğretmenleri, öğrencileri ve diğer üyelerinin ve hissedarlarının davranışlarıyla ilişkili olduğu sonucuna varmak mümkündür. Çalışmalar; okul ikliminin öğrenciler, öğretmenler ve okullar için çeşitli sonuçlarla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Dulay ve Karadağ (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, iklim ve

öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu formüle eden hipotezin desteklemiştir. Okul ikliminin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi 0.38 olarak hesaplanmıştır ve bu da iklimin öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgulara dayanarak, okullarda sağlıklı ve olumlu bir atmosfer yaratmada ve kişilerarası ilişkilerin etkinliğini sağlamada önemli bir faktör olan okul ikliminin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır (Cohen, 1988; Cohen ve Geier, 2010; Dulay ve Karadağ, 2017; Halpin ve Croft, 1962; Hough ve Schmitt, 2011; Karan, 2012; Tschannen-Moran ve Barr, 2004; Tuğrul ve ark., 2020).

1.5.1.14. Beklenti

Beklenti kavramı, bir amaca ulaşma potansiyelinin tahmin edilmesi şeklinde açıklanabilir. Beklenti üç farklı şekilde sınıflandırılabilir; akademik beklenti, aile beklentisi, bireyin kendi beklentisi. Öğretmenlerin beklentileri öğrencilerin akademik başarılarını etkileyebilecek en önemli okul faktörlerinden biridir. Eğitim ortamında üç ardışık aşamayı şu şekilde sıralamaktadır: öğretmenler beklentileri geliştirir, öğretmenler öğrencilere beklentilerine göre farklı davranırlar ve öğrenciler bu tedaviye beklentileri doğrulayan şekillerde tepki verirler. Başka bir beklenti çeşidi ise ebeveynlerle ilgilidir. Ebeveyn beklentileri, öğrencilerin fakülte veya müfredat gibi çocukların başarılarına katkıda bulunan faktörlerle ilişkilerine ilişkin çeşitli inançlar, varsayımlar ve özelemlerdir. Beklentilerin üçüncü çeşidi ise öğrencilerin kendilerine aittir. Öğrencilerin benlik beklentileri ve inançları önceki başarılarına ve deneyimlerine ve ebeveynlerin ve öğretmenlerin isteklerine dayanmaktadır. Araştırmacılar tarafından öğrencilerin beklentilerinin örneğin ebeveynler, öğretmenler, akranlar, mahalle veya topluluk ve daha önceki akademik başarı gibi öğrencilerin sosyal bağlamından etkilendiğini ileri sürmektedir. Danişman (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, öğrenci başarısı ile beklentisi arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirten hipotezi desteklemiştir. Beklentinin öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.32 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, beklentinin öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Adeniji-Neill, 2008; Cohen, 1988; Danişman, 2017b; Jussim, 1986; Lee ve ark., 1999; Rubie-Davies ve ark., 2010; Wigfield ve Eccles, 2002).

1.5.1.15. Benlik Saygısı

Benlik saygısı, bireylerin kendi benlikleri hakkında olumlu ya da olumsuz değerlendirmeleri kümesi olarak tanımlanmaktadır. Benlik ve benlik saygısı, kişiliğin iki farklı boyutunu oluş-

turur. Benlik kişiliğin bilişsel kısmını temsil ederken, benlik saygısı duygusal ve psikolojik boyutu temsil eder. Bireylerin kişilik özellikleri, fiziksel özellikleri, yetenekleri, becerileri, sosyal ilişkileri, duyguları ve akademik veya mesleki performansları ile ilgili fikirleri ve bu fikirlerin bir sonucu olarak duydukları memnuniyet özsaygı kavramı benlik saygısı şeklinde ifade edilmektedir. Akademik ve mesleki alanlarda başarılı, stresle başa çıkabilen, sosyal ve yakın ilişkiler kurabilen, yüksek düzeyde canlılık ve keyif alan bireyler olarak benlik saygısı yüksek kişiler olarak tanımlanırken; düşük bir canlılık ve keyif düzeyine sahip, kendine güvenmeyen, utanç ve değersizlik hissi veren ve başarı ve beceriler açısından yetersiz hissedilen bireyler ise benlik saygısı düşük kişiler olarak açıklanabilir. Benlik saygısı ile akademik performans arasında doğrusal ve karşılıklı bir ilişki olduğu öne sürülmektedir. Benlik saygısının artması akademik başarıyı arttırırken aynı zamanda akademik başarının artması benlik saygısını arttırmaktadır. Benlik saygısı yüksek olan bireyler, gelecekteki hedef ve beklentilerini sahip oldukları yeteneklere ve ilgi alanlarına göre şekillendirebildikleri için akademik anlamda başarılı olmak için daha motive olurlar. Özetle, literatürdeki birçok çalışma, benlik saygısının akademik başarıyı arttırmada önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Körük (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, benlik saygısı ile öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirten hipotezi desteklemiştir. Benlik saygısının öğrenci başarısı üzerindeki etkisi 0.24 olarak hesaplanmış ve bu da benlik saygısının öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Baumeister ve ark., 2003; Cohen, 1988; Kaya ve Oğurlu, 2015; Körük, 2017; Özkan, 1994; Tukuş, 2010).

1.5.1.16. Hedef Yönelimi

Hedef yönelimi anlayışı etkileyen veya şekillendiren bilişsel süreçlerden ziyade anlayışı yönlendiren motivasyonla ilgili olduğu için duygusal alan üzerine odaklanır. Bu teoriye göre, farklı motivasyonları olan bir bireyin davranışını tahmin etmek için, bu bireyin psikolojik süreçleri araştırılmalıdır. Hedef yönelimi, bireylerin davranışlarının nedenlerini veya amaçlarını inceler; başarı getirebilecek hedeflerle ilgilenir ve bu hedeflerin tercih edilmesinin nedenlerini bulmaya çalışır. Hedef yönelimi teorisine göre, motivasyon performans hedefleri ve ustalık hedefleri ile yönlendirilebilir. Button ve ark. (1996) ayrıca hedef yönelimlerini iki kategoriye ayırmıştır: ustalık hedefi ve performans hedefi. Ustalık hedef yönelimi, yeni şeyler öğrenmek ve öğrenme sürecinde yeni beceriler kazanmakla ilgilidir. İçsel motivasyon kaynaklarından biri olan ve kişinin arzusu ile ilişkili ustalık hedefi yönelimi de verimlilikle

bağlantılıdır. Bu gibi hedefleri olan öğrenciler zaman içerisinde yeterliliğin gelişmesinin farkındadır ve yeterlilik elde etme çabasının önemini bilirler. Öte yandan, performans hedefi yönelimi çoğunlukla öğretmenler, arkadaşlar, çevre ve aile gibi faktörlerle ilişkilidir. Kişinin dış motivasyon kaynaklarını temsil eden performans hedefi yönelimi, değerli bir birey hissetmek için öğretmenleri, arkadaşları ve aileyi tatmin etme ve toplumdaki herkesten daha fazla performans gösterme çabalarını içerir. Güler (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, öğrenci başarısı ile hedef yönelimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu savunan hipotezi desteklemiştir. Hedef yöneliminin öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.17 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, hedef yöneliminin öğrenci başarısı üzerinde düşük düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Anderman ve Johnston, 1998; Arslan ve Akın, 2015; Brophy, 2005; Button ve ark., 1996; Cohen, 1988; Dweck, 1986; Güler, 2017; Kaplan ve Maehr, 2007; Midgley ve ark., 1998; Park ve ark., 2016).

1.5.1.17. Öğrenme Türleri / Tarzları

Öğrenciler arasındaki bireysel fark, öğretmenlerin eğitim ortamında karşılaştığı durumlardan biridir. Bu öğrencilerin akademik başarılarını etkileyen birçok değişkenden biridir. Eğitim ortamlarında birçok farklı insanın varlığının doğal bir sonucu olarak bireysel farklılıkların ortaya çıkacağı kabul edilmeli ve dikkate alınmalıdır. Her öğrencinin benzersiz bir öğrenme stiline sahip olması bugün yaygın olarak kabul edilmektedir. Öğrenme stili genellikle bireylerin bilgiyi alma, tutma ve işleme sürecinde sahip oldukları karakteristik güçlü yönler ve tercihler olarak tanımlanmaktadır. Öğrenme stilleri birçok araştırmacı tarafından ilgi çeken bir alan olmuştur ve farklı tanımlarla ifade edilmiştir; bazı araştırmacılar tarafından öğrenme stili insanların yeni bir konuyu öğrenirken çevreden aldıkları uyaranlara tepki verme veya onlarla etkileşime girme şekli olarak tanımlanırken; bazıları ise bunu bilginin yoğunlaşması, süreci ve içselleştirilmesi ve yeni ve zor bilgileri hatırlamanın yolları/süreçleri olarak tanımlamıştır. Öğrenme stili aslında insanların öğrenme ortamlarına nasıl tepki verdiği ve öğrenme ortamlarıyla nasıl etkileşime girdikleri ve algıladıkları konusunda nispeten istikrarlı bilişsel, duyuşsal ve psikolojik davranışların kaynağıdır. Bilişsel, duyuşsal, sosyal ve psikomotor özellikleri gibi birbirinden farklı olan bireylerin farklı öğrenme yolları vardır. Farklı bireylere homojen bir grup olarak davranmak ve hepsine aynı öğrenme yöntemleriyle öğretmek yerine, eğitimciler bireylerin öğrenme stillerini tanımlamalı ve bu farklı stilleri eğitim ortamlarının düzenlenmesinde dikkate almalıdır. Bu şekilde öğrencilerin öğrenme süreci ve

bilişsel ve duygusal gelişimleri zenginleşecektir. Ay (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, öğrenme türleri / stilleri ile öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirten hipotezi desteklemiştir. Öğrenme stiline öğrenci başarısı üzerindeki etki büyüklüğü 0.23 olarak hesaplanmıştır, bu da öğrenme stiline öğrencilerin akademik başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Ay, 2017; Cohen, 1988; Felder ve Silverman, 1988; Keefe, 1979; Loo, 2002; Sapancı, 2014; Shaughnessy, 1998).

1.5.1.18. Sosyal Uyum

Sosyal varlıklar olarak, insanlar yaşamları boyunca çevreleriyle çeşitli ilişkiler kurarlar ve onları sürdüren topluma uyum sağlarlar. İnsanların bireysel özellikler, ihtiyaçlar ve beklentiler ile toplumun özellikleri, istekleri ve beklentileri arasında bir denge kurmaya çalışması olağan bir olgudur. Sosyal uyum, çocukların akranlarıyla ne kadar iyi geçinebildikleri; uyarlanabilir, yetkin sosyal davranışlarda bulunma derecesi; ve önleyici, beceriksiz davranışı ne ölçüde önledikleri şeklinde açıklanan bir kavramdır. Çocuğun ebeveynlerinin çocuğun sosyal uyumu üzerinde büyük bir etkisi olması yadsınamaz. Örneğin, demokratik ve ilgili ailelerde büyüyen çocuklar, otoriter ve dikkatsiz tutumlar sergileyen ailelerde büyüyen çocuklardan daha yüksek bir uyum seviyesine sahiptir. Ayrıca, çatışmalar, ayrılma, zayıf iletişim ve bireyselleşme gibi ebeveynler arasındaki evlilik sorunları, kişisel, sosyal ve akademik uyumu etkileyen hayati konulardır. Ailenin yanı sıra okul, çocukların çevrelerine ve sosyalleşmelerine uyum sağlamalarına katkıda bulunan bir başka önemli kuruluştur. Karadağ (2017) tarafından yapılan meta analiz çalışmasında bulgular, sosyal uyum ile öğrenci başarısı arasında pozitif bir ilişki olacağını öngören hipotezi doğrulamamaktadır. İkinci olarak, incelenen derslerin etki düzeyindeki fark istatistiksel olarak anlamlı olmasa da not ortalaması, dil, matematik ve fen bilimleri derslerinin öğrenci başarısı üzerinde düşük bir etkisi olmuştur (Crick ve Dodge, 1994; Gerdes ve Mallinckrodt 1994; Karadağ, 2017a).

1.5.2. Önceki Çalışmalar

Ulusal ve uluslararası anlamda birçok araştırmacı tarafından eğitim ve öğretimde başarıyı etkileyen faktörler konusu ilgi çekici bir konu olmuştur. Eğitim öğretimde başarıyı etkileyen faktörler başlı başına bir eğitim alanının çalışma konusu olduğundan dolayı bu tezde, öğrenci başarısını etkileyen temel faktörler kısaca açıklanacaktır. Literatür taraması yapıldığında bu alanın çok geniş bir alan olmasından dolayı birçok araştırma mevcuttur. Bundan dolayı bu tez için temel oluşturması amacıyla meta analiz çalışmaları incelenmeye özen gösterilmiştir. Bi-

lindiği üzere meta-analiz, belirli bir konuda yürütölen birçok bağımsız çalışmanın araştırma bulgularının istatistiksel analizini yapma yöntemidir. Meta-analiz, çoklu araştırma bulgularını derlerken birçok nicel yaklaşım ve hesaplama formölü kullanır. Meta-analiz yönteminin temel amacı, çoklu araştırma çalışmalarından veri sentezleyerek özet etki büyüklüğünü (Cronbach Alpha Değeri) belirlemektir. Etki büyüklükleri değeriendirilirken düşük, orta ve yüksek şeklinde sınıflandıran Cohen tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır (Cohen, 1988). Meta-analizdeki etki büyüklüğü, değışkenler arasındaki ilişkinin gücünün ve yönünün bir ölçüsüdür. Öğrenci başarısını etkileyen faktörlerle ilgili yapılan çalışmalar şu şekildedir:

Yıldırım (2006), çalışmasında gündelik sıkıntılar, sosyal destek ve cinsiyet değışkenlerinin 8-11. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını ne derecede yordadığını incelemiştir. Veri toplama araçları olarak hazır ölçekler ve Yıldırım tarafından geliştirilen kişisel bilgi formu kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, aile, geniş çevre, öğretim yaşamı ile ilgili sıkıntılar ve cinsiyet ile aile, arkadaş desteğı değışkenleri akademik başarıyı manidar olarak yordamaktadır. Öğrencilerin öğretmenlerinden algıladıkları destek ile arkadaş sıkıntısı değışkenleri ise akademik başarının önemli bir yordayıcısı olarak bulunmamıştır (Yıldırım, 2006).

Dam (2008), çalışmasında öğrencinin okul başarısında aile faktörünü araştırmıştır. Ailevi sorunları olan öğrenciler ile önemli bir ailevi sorunu olmayan ve ailesinden destek gören öğrencilerin akademik başarılarını karşılaştırmıştır. Çalışmanın örneklemini, ailevi bir sorunu olduğı belirlenen 140 öğrenci ile ailesiyle herhangi bir sorunu olmadığını bildiren 144 öğrenci olmak üzere toplam 284 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda ailenin çocuğun okul başarısını etkilediğı; ailevi sorunları olan öğrencilerin okul başarılarının, ailevi bir sorunu olmayan ve ailesinden destek gören öğrencilerin okul başarılarından daha düşük olduğı ortaya çıkmıştır (Dam, 2008).

Seven ve Engin (2008), öğrencilerin gözünden başarılarını etkileyen temel değışkenleri belirlemek adına bir çalışma yapmışlardır. Öğrenmeyi etkileyen sosyal, fiziksel ve psikolojik temel faktörlerle alakalı anket uygulayarak öğrencilerin başarılarını ne kadar etkilediğini öğrenmeyi amaçlamışlardır. Anket sonuçları incelendiğinde, öğrenmeyi etkileyen en önemli olumsuz faktörlerin dış faktörler olduğı yani okulun fiziki durumları ile öğrencilerin ekonomik yönden ailelerinden gerektiğı kadar destek alamadıkları yönündeki faktörler olduğı

gözlenmiştir. Ankete katılan öğrencilerin bir kısmı öğrenim gördükleri ilköğretim kurumlarının yeterince ısınmadığını, okullarının konum itibarıyla çok gürültülü bir yerde bulunduğunu, velilerinden yeterince harçlık alamadıklarını, defter, kalem gibi ders araç ve gereçlerini düzenli olarak sağlayamadıklarını belirtmişlerdir (Seven ve Engin, 2008).

Olçay ve Döş (2009), çalışmalarında ortaöğretim öğrencilerini başarısızlığa sevk eden unsurlar öğrenci boyutuyla saptamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin %64'ü gibi önemli bir çoğunluğu "Bazı öğretmenlerin anlattıklarını anlayamadığımdan başarısızım" unsurunu başarısızlıklarında önemli bir etken olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Bu durumun; öğretmenlerin ders anlatma yöntem ve tekniklerinden, güzel Türkçe konuşamama, beden dilini kullanamama, derse hazırlıksız girme gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla beraber, öğrencilerin derslere hazırlıklı girmemesi, öğretmene ve derse karşı duydukları olumsuz önyargılardan da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin %53'ü "İlgi duymadığım derslerden başarısızım" unsurunu başarısızlıklarında önemli bir etken olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Her öğrenci farklı ilgi ve yeteneklere sahip olduğundan dolayı bu sonuç gayet normaldir. Çoklu zekâ kuramına göre, öğrenciler ilgi duydukları alan ve derslerde dikkatini toplayabilmekte ve başarı sağlayabilmektedir. Olçay ve Döş'ün bu başarısızlık unsurlarına önerileri şu şekildedir; öğretmenler etkili öğretim tekniklerini daha aktif kullanarak öğrencilerle iletişimlerini kuvvetlendirmeli ve öğrenciler için ise okuduğunu anlama, verimli ders çalışma konularında yönlendirilmeli ayrıca öğrencilerin ilgi ve yeteneklerine göre bir bölüme yerleştirilmesi ve geleceği için o alana yönlendirilmesini önermişlerdir (Olçay ve Döş, 2009).

Engin ve ark. (2009), çalışmalarında ilköğretim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin hazır bulunuşluk ve önkoşul öğrenmeleri adına öğrenme başarılarını olumsuz olarak etkileyen bazı değişkenler üzerinde durmuşlardır. Engin ve ark. tarafından amaçlarına uygun olarak geliştirilen bir anket vasıtasıyla veriler toplanmıştır. Engin ve ark. yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçları öğrenciler, okul aile işbirliği açısından velilerinin ve ebeveynlerinin okul ile olan işbirliklerinde duyarlı davrandıklarını belirtmişlerdir. Okulun fiziki donanımının öğrenci başarısını etkileyen önemli değişkenlerden olduğu bilinmektedir. Bilindiği gibi kirlilik oluşturabilecek bir düzeydeki ses, öğrenme ortamını oldukça olumsuz etkileyecektir. Öğrencilerin bazı uygulamalı derslerin yürütüldüğü uygulama alanlarından yararlanma durumuyla ilgili sorunların olduğu anlaşılmaktadır. İlgili anket sorusuna verilen cevaplar çerçevesinde

öğrencilerin %41.3'ü derslerin zaman zaman kendilerine ağır geldiğini belirtmişlerdir. Burada muhtemelen temel sorunun, öğrencilerin önkoşul öğrenmelerinin yetersizliği ile ilgili olabileceği söylenebilir. Araştırmaya katılan öğrencilerimizin %58.7'si öğretmen soru sorduğu zaman heyecanlandıklarını belirtmişlerdir. Sınıf içi iletişim sürecinde öğrencinin heyecanlanması, zihinsel ve fiziksel boyutlarda olumsuzluklara neden olacaktır. Bu tür sorun yaşayan öğrencilerin, kendilerine güven duymama ve diğer tüm öğrenme alanlarını ilgilendiren giriş davranışlarının yeterli olmamasından kaynaklanan, kaygıların endişe ve heyecan oluşturma gibi veya daha başka önemli sorunlarının olduğu düşünülebilir. Öğrencilerin bu tür sorunlarının giderilmesi için gereken psikolojik yardımın ertelenmeden yapılması önemlidir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun evlerinde rahat bir çalışma ortamlarının olması oldukça olumlu bir durumdur. Ailelerin öğrenim çağındaki çocuklarına cep harçlığı vermeleri konusunda da sosyo ekonomik bir bakış açısının getirilmesi gerekir. Öğrencilerin özellikle kendi ebeveynlerinden böyle bir destek almalarının yine zihinsel, psikolojik, sosyo kültürel gelişimle beraber, duyuşsal alanla ilgili yeterlilikler kazanılmasında önemlidir (Engin ve ark., 2009).

Yıldırım ve ark. (2011), Erzincan il merkezinde bulunan 12 lisenin 9., 10. ve 11. sınıf öğrencilerinde problem çözme becerileri ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yıldırım ve ark. çalışmalarından elde ettikleri bulgulardan yola çıkarak problem çözme becerileri öğrenilebilen ve geliştirilebilen bilişsel beceriler olması nedeniyle eğitim sürecinin her alanında önemle üzerinde durulması, probleme dayalı öğrenme gibi öğrenci merkezli yaklaşımlarla bu becerilerin gelişmesinin sağlanması ve problem çözme beceri düzeyi düşük olan öğrencilerin belirlenip bu öğrencilere psikolojik danışma ve rehberlik hizmetleri ile iletişim becerileri, kişilerarası ilişkiler ve etkili problem çözme beceri eğitimi programları sunulması gerektiğini önermişlerdir (Yıldırım ve ark., 2011).

Mushtaq ve Khan (2012), çalışmalarında öğrencilerin akademik performansını etkileyen önemli faktörleri araştırmışlardır. Çalışma sonunda elde edilen bulgulara göre; iletişim, öğrenme olanakları, uygun rehberlik ve aile stresi, öğrenci performansını etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir. İletişim, öğrenme olanakları ve uygun rehberlik, öğrenci performansı üzerindeki olumlu etkiyi göstermekte ve aile stresi, öğrenci performansı üzerindeki olumsuz etkiyi göstermektedir. Dolayısıyla, iletişimin öğrenci performansını etkileyen daha önemli bir faktör olduğu ve öğrenme olanakları ve uygun rehberliğin de öğrenci performansını et-

kilediği belirtilmektedir. Aile stresi de öğrenci performansını etkilemekte ve öğrencinin performansını düşürmekte, dolayısıyla öğrenci performansını olumsuz etkilemektedir (Mushtaq ve Khan, 2012).

Kara ve Gelbal (2013), çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin akademik başarılarını etkilediği düşünülen bazı özelliklerin önem düzeylerinin öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda tam sıralama halinde ikili karşılaştırmalar yöntemiyle ölçeklenmesi ve elde edilen ölçek değerlerinin öğretmen adaylarının bölümlerine ve sınıf düzeylerine göre karşılaştırılmasını yapmışlardır. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan ölçek toplam 590 öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının tümü dikkate alınarak yapılan ölçekleme sonucunda, başarıyı etkilemede en önemli olduğu düşünülen 3 özellik sırasıyla düzenli çalışma, motivasyon düzeyi ve yetenek düzeyi olmuştur. En az önemli bulunan 3 özellik ise sırasıyla öğretmene karşı tutum, sınıf içi öğrenci etkinlikleri ve okulun fiziksel olanakları olmuştur. Öğretmen adaylarının ortak görüşleri, başarıyı etkilemede en önemli olan özelliklerin, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özellikleri olduğunu göstermektedir (Kara ve Gelbal, 2013).

Karadağ ve ark. (2015), çalışmalarında farklı liderlik stilleri birleştirilerek eğitim liderliği ile öğrenci başarısı arasındaki ilişkisini meta analiz çalışması yardımıyla araştırmışlardır. Rastgele etkiler modeliyle yapılan analizlerin sonuçları, eğitim liderliğinin öğrencilerin başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Öğrenci başarısının ölçülmesinde kullanılan dersler açısından eğitim liderliğinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi incelendiğinde tüm derslerin anlamlı ve olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Okuldaki eğitim düzeyi açısından eğitim liderliğinin ilkökul, lise ve ortaokul düzeylerinde orta ve kapsamlı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. İlkokulda eğitimsel liderliğin öğrenci başarısı üzerinde kapsamlı bir etkiye sahip olduğu, ortaokul ve lise notlarının ise öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Okuldaki eğitim düzeyinin sahip olduğu öğrencilerin yaşları, eğitim sınıfı için üstlendiği görev ve benzeri değişkenler gibi idari ve yürütme özellikleri dikkate alındığında, eğitim liderliğinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi beklenen bir sonuç olmuştur. Yapılan araştırmalar, liderliğin ilkökulda öğrenci başarısına etkisinin ortaokul ve liseye göre daha yüksek olduğu bulgusunu desteklemektedir (Karadağ ve ark., 2015).

Sarıer (2016), Türkiye’de öğrencilerin akademik başarısını etkileyen faktörleri meta analiz çalışması yaparak araştırmıştır. 2000-2015 yılları arasında Türkiye’de gerçekleştirilen

62 çalışma, meta-analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada etki büyüklüğü indeksi olarak korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, okulla ilgili faktörlerin öğrencilerin akademik başarısına etki büyüklüğü değeri 0.231 olarak bulunmuştur. Öğrenciyle ilgili faktörlerin öğrencilerin akademik başarısına etki büyüklüğü değeri 0.324 olarak bulunmuştur. Aileyle ilgili faktörlerin öğrencilerin akademik başarısına etki büyüklüğü değeri 0.271 olarak bulunmuştur. Bu değerler değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin akademik başarısını etkileyen en önemli faktörlerin; sosyo-ekonomik durum, öz-yeterlik ve motivasyon olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, ailenin sosyo-ekonomik düzeyi ile akademik başarı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Çalışmada, anne-baba eğitim durumunun, başarıyı olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda, anne veya babanın eğitim durumu ile öğrencilerin başarıları arasında pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur (Sarier, 2016). Karadağ ve ark. (2016), yaptıkları meta analiz çalışmasında akademik bir başarı olarak değerlendirilen okul ikliminin etkisini test etmişlerdir. Çalışmada okul ikliminin öğrencilerin akademik başarısı üzerinde orta düzeyde pozitif etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Okul iklimi, kişiler arası ilişkiler, bağlılık, düzen, disiplin ve güven gibi çok farklı kavramları kapsayan karmaşık ve çok boyutlu bir yapıda olup okul iklimine yönelik yapılan araştırmaların akademik başarıyla doğrudan ve dolaylı ilişkiye sahip olduğu saptanmıştır (Karadağ ve ark., 2016).

Karadağ (2017) editörlüğünde yayınlanan kitapta, öğrenci başarısını etkileyen faktörler meta-analiz yöntemiyle araştırılmıştır. Bu meta-analiz araştırmasında, literatürde öğrenci başarısının yordayıcılarını inceleyen literatürdeki çalışmalar istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Öğrenci başarısı ile 18 değişken arasındaki ilişkiye ilişkin meta analiz sonuçları incelenmiştir. 18 değişkenin öğrenci başarısı üzerindeki etki düzeyini belirlemek için 2138 araştırma çalışması kullanılarak 2.292.720 kişilik örnek toplanmıştır. Bulgular, motivasyon, kaygı, öz düzenleme, öz saygı, ebeveyn katılımı, hedef yönelimi ve öğrenme türlerinin / tarzlarının öğrenci başarısı üzerinde düşük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Diğer yandan tutum, öz-yeterlik, benlik kavramı, okul kültürü, okul iklimi, toplu öğretmen yeterliği, beklentiler ve okul müdürlerinin liderlik davranışlarının öğrenci başarısı üzerinde orta düzeyde, sosyo ekonomik statünün ise öğrenci başarısı üzerinde yüksek bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kontrol odağı ve sosyal uyum öğrenci başarısı üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir ve

kaygı değişkeninin olumsuz bir etkisi vardır. (Karadağ, 2017b).

Aslan (2017), çalışmasında ğrencilerin Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş (TEOG) sınav başarılarını okul dışı bazı değişkeler üzerinden çözümlemeyi hedeflemiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, ğrencilerin TEOG sınav başarılarını sosyo ekonomik ve sosyo kültürel değişkenlerin artırdığını göstermiştir. Sosyo ekonomik ve sosyo kültürel değişkenlere ilişkin göstergelerden, ebeveynlerin eğitim seviyesi ve ocuk için yapılan yıllık eğitim harcamasının önemli olduğu grlmştir. Araştırma bulguları ebeveynlerin eğitim seviyesi yükseldikçe ve ocuk için yapılan yıllık eğitim harcaması arttıkça öğrencilerin akademik başarılarının arttığını göstermiştir (Aslan, 2017).

Yıldırım ve ark. (2019), çalışmalarında Türkiye’de 2000-2016 yılları arasında öğrenme stratejilerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini inceleyen deneysel araştırmalardan elde edilen sonuçların meta analizini yapmayı amaçlamaktadır. Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre, her türlü öğrenme stratejisi türünün öğretilmesinin, tek başına veya farklı stratejilerle kombinasyon halinde, eğitimin her düzeyinde bağımsız veya bütünleşik olarak Türkiye’deki her disiplinde (zellikle sözlü temelli derslerde)başarı üzerinde etkili olduğu söylenebilir (Yıldırım ve ark., 2019).

2. TEMEL TANIM VE TEOREMLER

Bu bölümde, çalışmanın daha sonraki kısımlarında ihtiyaç duyulan bazı temel tanım ve teoremler verilmiştir. Öncelikle bulanık küme temel tanım ve teoremleri verilmiş, sonrasında ise çalışmalarını bulanık mantık ile yapmak isteyen araştırmacıların faydalanabileceği bulanık üyelik fonksiyon tipleri, dilsel değişkenler, bulanık sayılar gibi kavramlar detaylı biçimde incelenmiş ve açıklanmıştır. Sezgisel bulanık küme teoriyle birlikte ise sezgisel bulanık sayılar, sezgisel bulanık aggregation operatörleri, sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin matematiksel altyapısı, sezgisel bulanık PROMETHEE algoritması kavramları açıklanmıştır. Bu bölümde sunulan tüm bilgiler, algoritma ve diğer bütün matematiksel kavramlar tüm detaylarıyla açıklanmış olan bu tezin; PROMETHEE yöntemi çalışmak isteyen araştırmacılar için temel bir kaynak olması hedeflenmiştir. PROMETHEE, bulanık PROMETHEE ve sezgisel bulanık PROMETHEE, bütün kriter tipleri, aggregation yöntemleri, ağırlık hesaplama yöntemleri tek tek ifade edilirken; kurulan sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin algoritması en genel hatlarıyla açıklanmıştır.

2.1 Bulanık Mantık

Tanım 2.1. Klasik küme teorisinde A bir küme olmak üzere üyelik fonksiyonu $\chi_A : X \rightarrow \{0, 1\}$ ve karakteristik fonksiyonu

$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases}$$

ile verilir (Zadeh,1965). Bu şekilde üyelik fonksiyonu sadece 0 ve 1 değerini alan kümelere klasik küme denir.

Tanım 2.2. X bir evrensel küme olsun. $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$ olmak üzere

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle : x \in X \}$$

kümesine X üzerinde bir bulanık küme denir (Zadeh,1965). Bulanık mantık kavramı ilk defa Zadeh tarafından 1965 yılında tanımlanmıştır. Burada $\forall x \in X$ için $\mu_A(x)$ değerine x elemanının A bulanık kümesine ait olma(üyelik) derecesi ve μ_A fonksiyonuna da üyelik fonksiyonu denir. Bu tezde X kümesi üzerinde tanımlı bir bulanık kümeyi (fuzzy set) $FS(X)$ şeklinde göstereceğiz.

Tanım 2.3. X boştan farklı bir küme olmak üzere $\forall x \in X$ için, $\mu_A(x) = 1$ olarak tanımlanırsa yukarıdaki A bulanık kümesi X evrensel kümesine yani

$$X = \{(x, 1) : x \in X\}$$

$\forall x \in X$ için, $\mu_A(x) = 0$ olarak tanımlanırsa yukarıdaki A bulanık kümesi boş küme yani

$$\emptyset = \{(x, 0) : x \in X\}$$

bulanık kümesi elde edilir (Zadeh,1965).

Tanım 2.4. $\alpha \in [0, 1]$ sabit olmak üzere $\forall x \in X$ için $\mu_A(x) = \alpha$ üyelik fonksiyonu ile tanımlı bulanık kümeye sabit bulanık küme denir (Zadeh,1965).

Tanım 2.5. X boştan farklı bir küme olmak üzere $A, B \in FS(X)$ olsun. μ_A ve μ_B sırasıyla A ve B bulanık kümelerinin üyelik fonksiyonları olsun. Bu durumda $\forall x \in X$ için;

- (a) $A = B \Leftrightarrow \mu_A = \mu_B$
- (b) $A \subseteq B \Leftrightarrow \mu_A \leq \mu_B$
- (c) $A^c = \{\langle x, 1 - \mu_A(x) \rangle : x \in X\}$
- (d) $A \cup B = \{\langle x, \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \rangle : x \in X\}$
- (e) $A \cap B = \{\langle x, \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \rangle : x \in X\}$

şeklinde ifade edilir (Zadeh,1965).

Tanım 2.6. X boştan farklı bir küme ve $A = \{A_i : i \in I, A_i \in FS(X)\}$ bulanık kümelerinin bir ailesi olmak üzere $\forall x \in X$ için;

$$\bigcup_{i \in I} A_i = \{(x, \sup_{i \in I} \{\mu_{A_i}(x)\}) : x \in X\}$$

$$\bigcap_{i \in I} A_i = \{(x, \inf_{i \in I} \{\mu_{A_i}(x)\}) : x \in X\}$$

dir (Zadeh,1965).

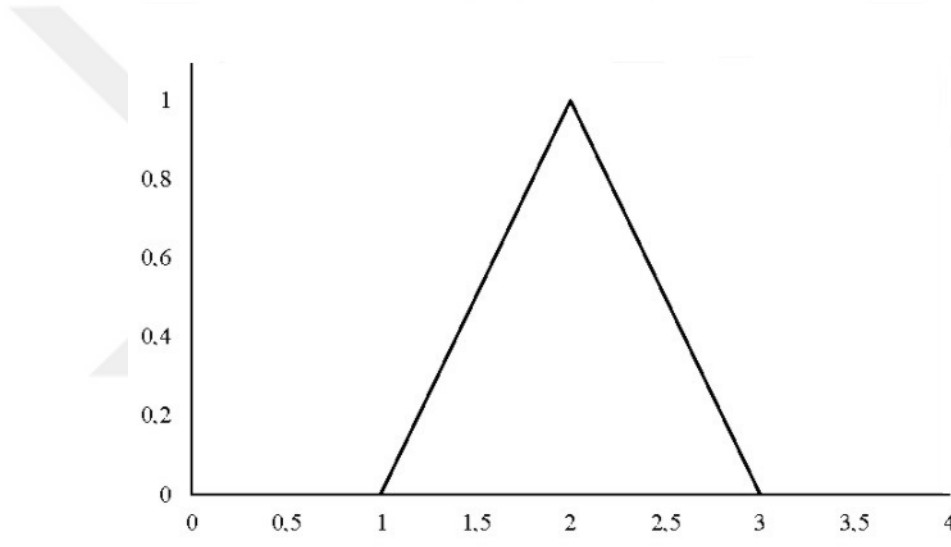
2.1.1. Üyelik Fonksiyonu Tipleri

Birçok üyelik fonksiyonlarının arasında en çok kullanılan üyelik fonksiyonları; üçgen, yamuk, çan eğrisi, Gaussian ve Sigmodial fonksiyonlardır.

2.1.1.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Bir üçgen üyelik fonksiyonu a_1, a_2, a_3 olarak üç parametre ile tanımlanır (Baykal ve Beyan, 2004).

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

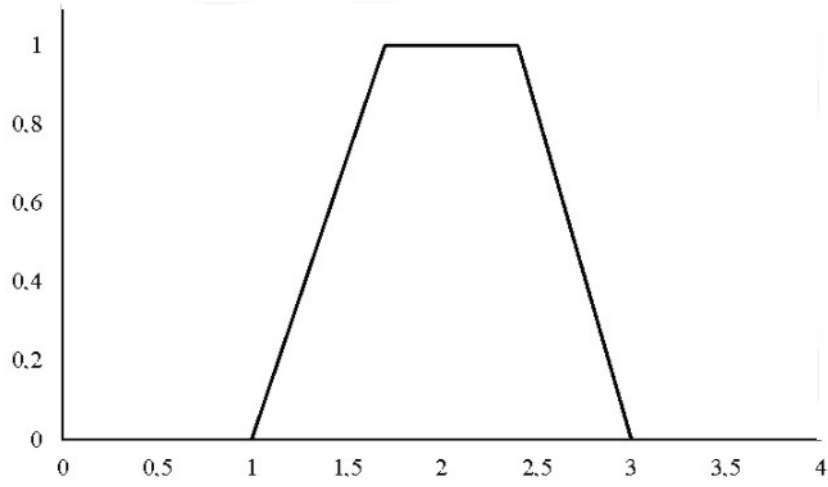


Şekil 2.9: Üçgen Üyelik Fonksiyonu

2.1.1.2. Yamuk (Trapezoidal) Üyelik Fonksiyonu

Bir yamuk üyelik fonksiyonu a_1, a_2, a_3, a_4 olarak dört parametre ile tanımlanır. Üçgen üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur (Baykal ve Beyan, 2004).

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \begin{cases} \frac{(x-a_1)}{(a_2-a_1)}, & \text{eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & \text{eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{(a_4-x)}{(a_4-a_3)}, & \text{eğer } a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & \text{eğer } x > a_4 \text{ veya } x < a_1 \end{cases}$$

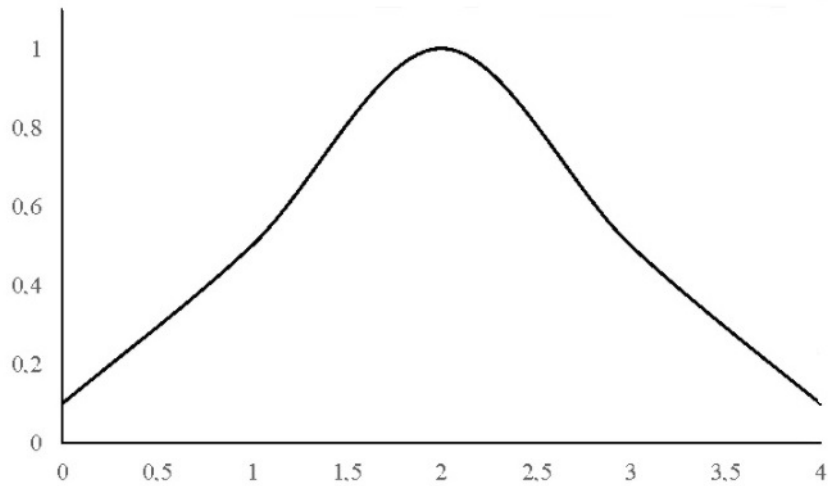


Şekil 2.10: Yamuk Üyelik Fonksiyonu

2.1.1.3. Gaussian Üyelik Fonksiyonu

Gaussian üyelik fonksiyonu ise m , σ parametreli ile tanımlanır. Burada m fonksiyon merkezini, σ genişliğini ifade eder (Baykal ve Beyan, 2004).

$$\mu_A(x; m, \sigma) = \exp\left\{-\frac{(x - m)^2}{2\sigma^2}\right\}$$

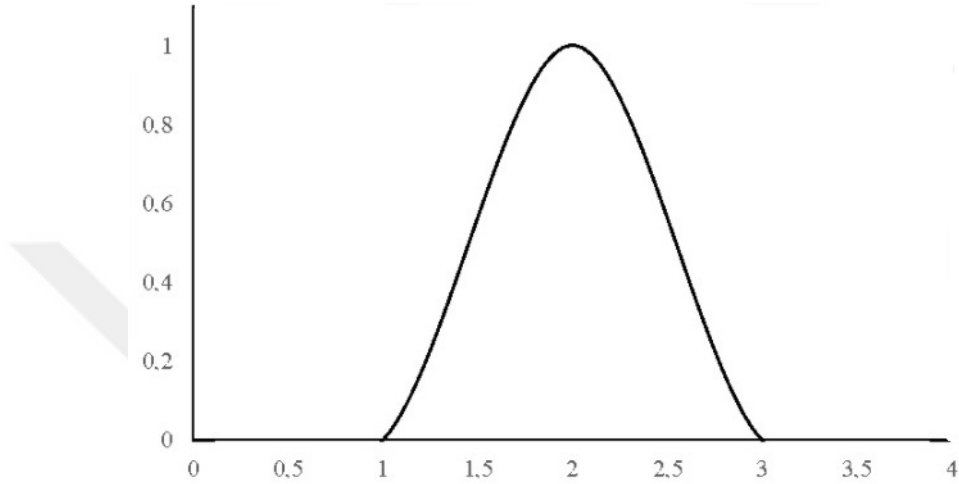


Şekil 2.11: Gauss Üyelik Fonksiyonu

2.1.1.4. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu

Çan eğrisi üyelik fonksiyonu a_1, a_2, a_3 olarak üç parametre ile tanımlanır (Baykal ve Beyan, 2004).

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \left\{ \frac{1}{1 + \left| \frac{x-a_3}{a_1} \right|^{a_2}} \right\}$$



Şekil 2.12: Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu

2.1.1.5. Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

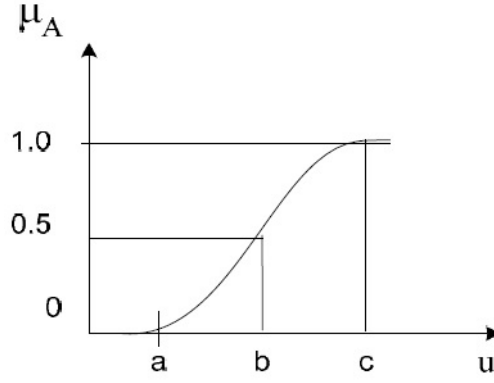
Sigmoidal üyelik fonksiyonu a_1, a_2 parametreleri ile tanımlanır (Baykal ve Beyan, 2004). a_3 değeri tüm sigmoidal üyelik fonksiyonlarında üye olma ile olmama arasındaki kırım noktasını temsil eder ve değeri 0,5'tir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2) = \left\{ \frac{1}{1 + e^{-a_1(x-a_2)}} \right\}$$

2.1.1.6. S Üyelik Fonksiyonu

S üyelik fonksiyonu a_1 ve a_2 olarak iki parametre ile tanımlanır (Baykal ve Beyan, 2004).

$$\mu_A(x; a_1, a_2) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } x \leq a_1 \\ 2 \left[\frac{x-a_1}{a_2-a_1} \right]^2, & \text{eğer } a_1 \leq x \leq \left[\frac{a_1+a_2}{2} \right] \\ 1 - 2 \left[\frac{x-a_2}{a_2-a_1} \right]^2, & \text{eğer } \left[\frac{a_1+a_2}{2} \right] \leq x \leq a_2 \\ 1, & \text{eğer } a_2 \leq x \end{cases}$$

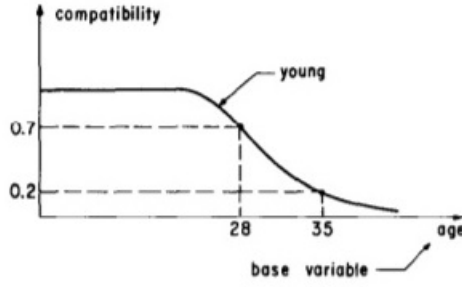


Şekil 2.13: S Üyelik Fonksiyonu

2.1.2. Dilsel Değişkenler

Hayatta her kararı ya da her düşüncemizi sayısal değerlerle ifade edemeyiz. Sayısal değerler yerine sözel ifade ettiğimiz birçok durumla karşılaşırız. Sözel ifadelerden sayısal ifadelere geçiş anlamında bulanık küme bir köprü görevi görmektedir. Dilsel değişkenler olarak adlandırdığımız bu kavram günlük hayatta sözel olarak ifade ettiğimiz değerleri sayısal olarak yorumlamada kullanılmaktadır. Bunu bir örnekle açıklayacak olursak: "Ayşe gençtir." ifadesini ele alalım. Bu ifadede genç tanımı belirsiz bir tanımdır. Bu belirsizliği temsil etmek üzere üyelik fonksiyonu olarak gençlik kavramını $[0,80]$ değerleri arasında bir sürekli fonksiyon olarak tanımlayalım. Yatay eksen yaşı, dikey eksen üyelik fonksiyonunun sayısal değerini göstermek üzere eğri "genç" bulanık kümesindeki üyelik fonksiyonu değerini gösterecektir. Bu eğriden değeri takip edersek, 10 yaşındaki biri gençtir. 10 yaş için geç olma üyelik değeri "1"dir. 27 yaş için ise "0,9"dur. Fakat 60 yaş üzeri için bu değer "0" olduğunu söyleyebiliriz. Cümlemizi "Ayşe çok gençtir." olarak değiştirelim. Bu kümenin üst sınırı da 40 yaş olarak belirlenmiş durumdadır. 27 yaşındaki bir insanın çok genç olma üyelik değeri "0,5" iken genç olma üyelik değeri ise "0,9"dur (Baykal ve Beyan, 2004). Zadeh ve Zimmermann dilsel değişkenleri oldukça detaylı açıklamışlardır (Zadeh, 1975; Zimmermann, 2001). Temel değişkenin değerleri üzerindeki belirsiz bir kısıtlama, temel değişkenin her bir değeri ile $[0, 1]$ aralığındaki bir sayıyı bulanık kısıtlama ile uyumluluğunu temsil eden bir sayıyı ilişkilendiren bir uyumluluk fonksiyonu ile karakterize edilir. Örneğin, 22-28-35 yaşlarının genç etiketli bulanık kısıtlama ile uyumlulukları sırasıyla 1-0,7-0,2 olabilir. O halde genç kelimesinin anlamı, gençlerin yaşa göre uyumluluk fonksiyonunun bir grafiği aşağıdaki şekilde gös-

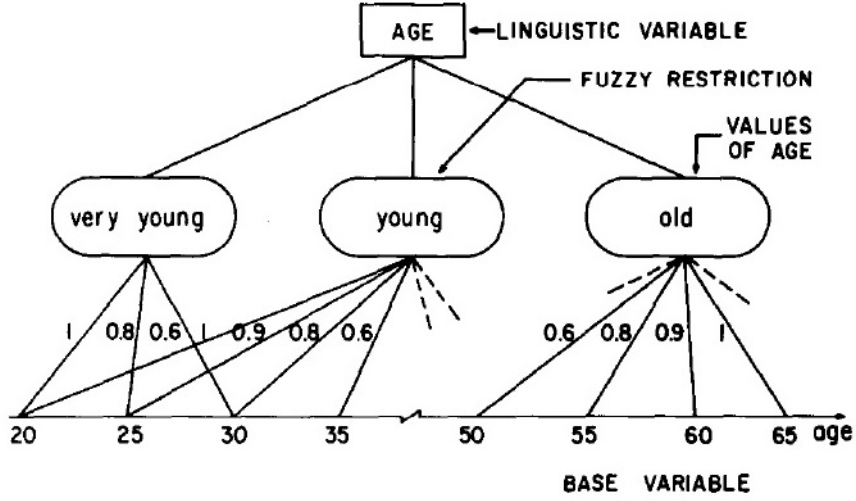
terilen formun bir grafiği ile temsil edilecektir. "John gençtir" ifadesinin geleneksel yorumu,



Şekil 2.14: "Genç" İfadesinin Fonksiyonu

John'un genç erkekler sınıfının bir üyesi olduğu şeklindedir. Bununla birlikte, genç erkekler sınıfının belirsiz bir küme olduğu, yani gençlikten genç olmamaya keskin bir geçiş olmadığı düşünüldüğünde, John'un genç erkekler sınıfının bir üyesi olduğu iddiası kesin matematiksel tanımla tutarsızdır. Dilsel değişken kavramı, bu güçlüğü aşağıdaki şekilde aşmamızı sağlar. "John" adı, bileşenleri Yaş, Boy, Kilo, Görünüm, vb. adlı dil bilimsel değişkenler olan bileşik bir dil değişkeninin adı olarak görülür. Daha sonra "John gençtir" ifadesi bir atama denklemi olarak yorumlanır. $Age = Young$, "genç" değerini "yaş" dil değişkenine atayan ifade olarak tanımlanır. Buna karşılık; "genç" değeri, uyumluluk fonksiyonu tarafından tanımlanan bu bulanık kısıtlamanın anlamı ile, yaş temel değişkenindeki belirsiz bir kısıtlama için bir etiket olarak yorumlanır. Bir dil değişkeninin kavramının anlaşılmasına yardımcı olmak için aşağıdaki şekilde; dil değişkeninin yaşı, değerlerinin anlamını temsil eden bulanık kısıtlamaları ve yaş temel değişkeninin değerleri arasındaki ilişkinin hiyerarşik yapısını göstermektedir. Dilsel değişken kavramının detaylandırılması gereken birkaç temel yönü vardır.

İlk olarak, uyumluluk kavramının olasılık kavramından farklı olduğunu anlamak önemlidir. Dolayısıyla, diyelim ki 28'in gençle uyumluluğunun 0,7 olduğu ifadesinin, 28 yaş değerinin olasılığıyla hiçbir ilişkisi yoktur. Uyumluluk değeri 0,7'nin doğru yorumu, bunun yalnızca 28 yaş değerinin kişinin genç olarak kavramına ne ölçüde uyduğunun öznel bir göstergesi olmasıdır. Uyumluluklara uygulanan manipülasyon kuralları, ikisi arasında belirli paralellikler olmasına rağmen, olasılıklara uygulananlardan farklıdır. İkincisi, genellikle bir dil değişkeninin iki kuralla ilişkilendirildiği anlamda yapılandırıldığını varsayacağız.



Şekil 2.15: Dilsel Değişkenlerin Hiyerarşik Yapısı

- (i.) Sözdizimsel bir kural olarak; değişkenin terim kümesindeki dil değerlerinin üretilebileceği yolu belirtir. Bu kuralla ilgili olarak, genel varsayım, değişkenin terim kümesindeki terimlerin bağlamdan bağımsız bir dilbilgisi tarafından üretildiği olacaktır.
- (ii.) Herhangi bir dilbilimsel değer anlamını hesaplamak için bir prosedür belirleyen anlamsal bir kuraldır. Bu bağlamda, bir dil değişkeninin tipik bir değerinin, örneğin çok genç olmayan ve çok eski olmayan, birincil terimleri, örneğin, hem öznel hem de içeriğe bağlı olan genç ve yaşlı gibi, birincil terimleri içermektedir.

Üçüncüsü, "Yaş" gibi bir dil değişkeninden bahsettiğimizde, temel değişken olan yaş, doğası gereği sayısaldır. Bu durumda, genç gibi bir dilsel değer anlamını, $[0, 100]$ aralığında her yaşla o yaşı uyumluluğunu genç etiketiyle temsil eden $[0, 1]$ aralığında bir sayı ilişkilendiren bir uyumluluk işlevi ile tanımlayabiliriz. Bir dil değişkeninin kavramı, Gerçeğin, doğruluk değerleri aşağıda gösterildiği gibi bir terim kümesi oluşturan dilsel bir değişken olarak ele alınmasının bir sonucu olarak yaklaşık akıl yürütmeye girer. Zadeh bunu aşağıdaki şekilde açıklamıştır (Zadeh, 1975):

$$T(\text{Doğru}) = \text{doğru} + \text{doğru değil} + \text{çok doğru} + \text{tamamen doğru} + \text{az ya da çok doğru} \\ + \text{oldukça doğru} + \text{esasen doğru} + \dots + \text{yanlış} + \text{çok yanlış} + \text{ne doğru ne de yanlış}$$

Karşılık gelen temel değişkenin $[0, 1]$ aralığında bir sayı olduğu varsayılır ve doğru gibi

bir birincil terimin anlamı, temel değişkenin değerleri üzerinde belirsiz bir kısıtlama ile tanımlanır. Her zaman olduğu gibi, bu tür bir kısıtlama, $[0, 1]$ aralığındaki bir sayıyı her sayısal doğruluk-değeriyle ilişkilendiren bir uyumluluk fonksiyonu ile karakterize edilir. Örneğin, sayısal doğruluk değeri 0,7'nin dilbilimsel doğruluk-değeri çok doğru ile uyumluluğu 0,6 olabilir. Bu nedenle, doğruluk değerleri durumunda, uyumluluk işlevi, birim aralıktan kendisine bir eşlemedir. Dilsel değişkenin karşılık sayısal değerlerini veren bir eşleme sayesinde veriler sayısal olarak ifade edilebilir. Burada bulanık kümeler için tanımlanmış üyelik fonksiyonları önemli rol oynamaktadır.

2.1.3. Bulanık Sayılar

Tanım 2.7. Bulanık kümelerin konveksliği şu şekilde tanımlanır:

$$\forall x_1, x_2 \in X, \forall \lambda \in [0, 1]$$

olmak üzere;

$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2))$$

eşitsizliğini sağlayan $\tilde{A}$ bulanık kümesi konvektir. Diğer bir ifadeyle $\tilde{A}$ 'nın artan değerleri için üyelik değerleri monoton artan veya azalan ya da önce monoton artıp sonra monoton azalan oluyorsa $\tilde{A}$ kümesi konvektir (Zadeh, 1965; Ecer 2007).

Tanım 2.8. X 'in en az bir elemanı için "1" üyelik değerini alan $\tilde{A}$ bulanık kümesi normaldir (Kaufmann ve Gupta, 1991).

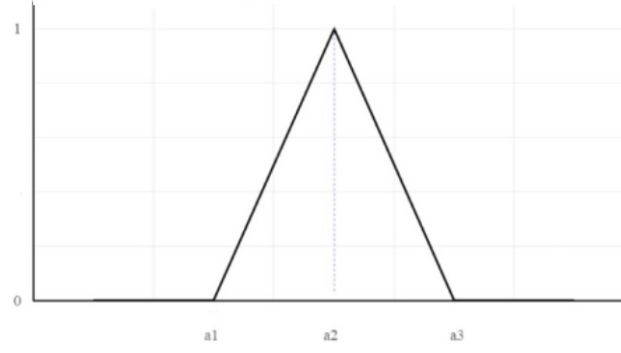
Tanım 2.9. Normal ve konveks olan bulanık kümeye bulanık sayı denir (Kaufmann ve Gupta, 1991; Bandemer ve Gottwald, 1995).

En çok kullanılan bulanık sayılar üçgen bulanık sayılar ve yamuk bulanık sayılardır.

2.1.3.1. Üçgen Bulanık Sayı

Üçgen bulanık sayıyı $\mu_A(x; a_1, a_2, a_3)$ şeklinde gösterirsek burada a_1, a_3 bulanık küme desteğinin alt ve üst sınır değerleri, a_2 ise tam üyelikli tek sayı olmak üzere üçgen bulanık sayının tanımı şu şekildedir (Baykal ve Beyan, 2004):

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

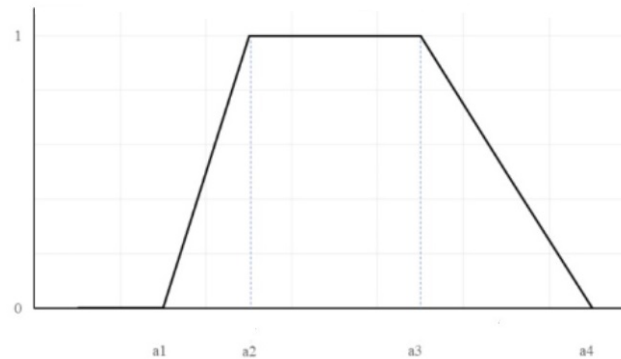


Şekil 2.16: Üçgen Bulanık Sayı

2.1.3.2. Yamuk Bulanık Sayı

$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4)$ yamuk bulanık sayısı üçgen bulanık sayıların daha genel bir halidir. Yamuk bulanık sayısındaki parametreler a_1, a_4 bulanık küme desteğinin alt ve üst sınır değerleri, a_2, a_3 ise tam üyelikli sayıların kümesinin sınırlarını gösterir. Yamuk bulanık sayının tanımı şu şekildedir:

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & \text{eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & \text{eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, & \text{eğer } a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & \text{eğer } x > a_4 \text{ veya } x < a_1 \end{cases}$$



Şekil 2.17: Yamuk Bulanık Sayı

2.2. Sezgisel Bulanık Küme Teorisi

Tanım 2.10. X boştan farklı bir küme olsun;

$$\mu_A, \nu_A : X \rightarrow [0, 1]$$

ve $\forall x \in X$ için $0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$ şartını sağlayan

$$A = \{\langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle \mid x \in X\},$$

kümesine X üzerinde bir A sezgisel bulanık küme (intuitionistic fuzzy set) denir (Atanassov,1983). Bunu kısaca $A \in IFS(X)$ olarak göstereceğiz.

$\forall x \in X$ için $\mu_A(x), \nu_A(x)$ değerlerine sırasıyla x 'in A 'ya üye olma derecesi, üye olmama derecesi denir.

Bir A bulanık kümesinde x elemanının üye olma derecesi $\mu_A(x)$ iken üye olmama derecesi $1 - \mu_A(x)$ idi. Yani $A = \{\langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in X\}$ bulanık kümesi verildiğinde $\nu_A(x) = 1 - \mu_A(x)$ alınarak $A = \{\langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle \mid x \in X\}$ sezgisel bulanık küme elde edilebilir. Dolayısıyla her bulanık küme bir sezgisel bulanık kümedir.

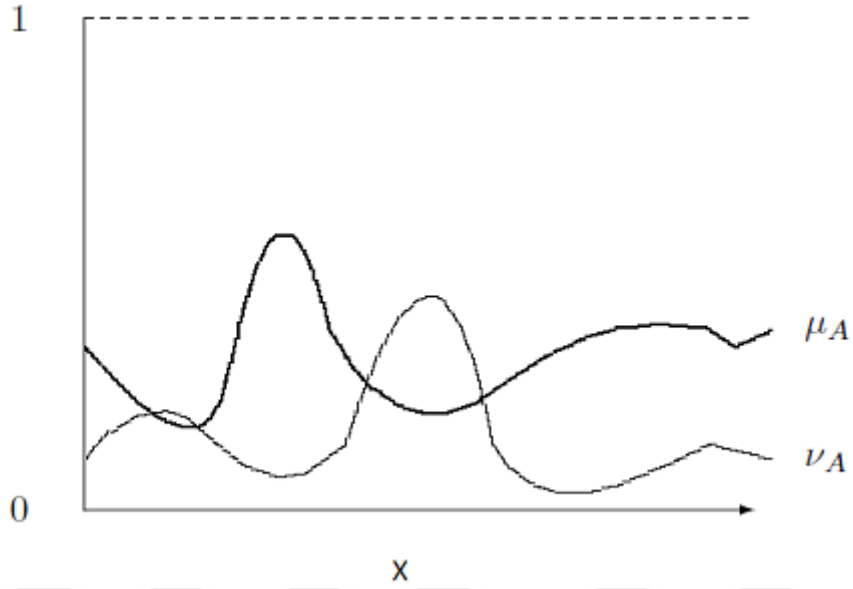
Tanım 2.11. $A \in IFS(X), \forall x \in X$ için

$$\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x)$$

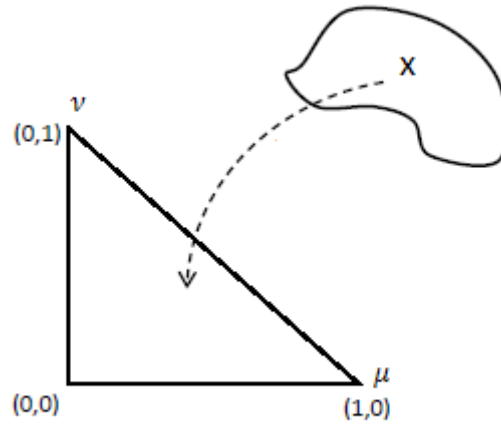
olarak tanımlanan $\pi_A : X \rightarrow [0, 1]$ fonksiyonuyla tanımlanan $\pi_A(x)$ belirsizlik (indeterminacy) veya hassasiyet (hesitation) derecesi denir (Atanassov,1983).

A bir bulanık küme olmak üzere $\mu_A(x) + \nu_A(x) = 1$ olduğundan $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x) = 0$ olur. X kümesi üzerinde tüm tanımlı sezgisel bulanık kümeleri $IFS(X)$ ile gösterelim.

Üye olma ve üye olmama fonksiyonları şu şekilde gösterilebilir (Atanassov,1999):



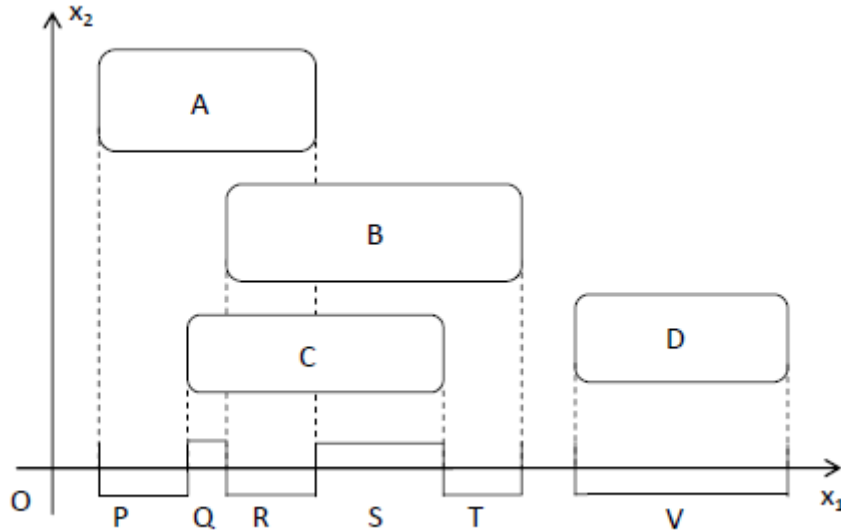
Şekil 2.18: Üye Olma ve Üye Olmama Fonksiyonları



Şekil 2.19: Sezgisel Bulanık Kümenin Geometrik Gösterimi

Tanım 2.12. X boştan farklı bir küme olmak üzere; X üzerinde bir A sezgisel bulanık kümesinde $\exists x \in X$ için $\pi_A(x) > 0$ ise A kümesine öz sezgisel bulanık küme denir (Atanassov,1983).

Örnek 2.1. A, B, C, D düzlemleri öklid düzleminde kapalı, konveks, bağlantılı, kompakt ve $A \cap B = A \cap C = A \cap D = B \cap C = B \cap D = C \cap D = \emptyset$ olsun. Şekil 2.3 deki Ox_1x_2 koordinat düzlemi verilsin ve $P \cup Q \cup R, Q \cup R \cup S, R \cup S \cup T$ ve V kümeleri sırası ile A, B, C, D kümelerinin Ox_1 ekseninde dik izdüşümleri olsun. X kümesinin Ox_1 eksenine dik uzanan bölümünün Ox_1 eksenindeki y noktasına uzaklığını $\ell(y, X)$ ile göstereceğiz.



Şekil 2.20: Örnek 2.1'in Geometrik Gösterimi

$E = A \cup B \cup C \cup D$ evrensel küme olsun ve F, G kümeleri aşağıdaki koşulları sağlasın:

- i. $A \subset F \subset A \cup C \cup D$,
- ii. $B \subset G \subset B \cup C \cup D$,
- iii. $F \cap G = \emptyset$,
- iv. $F \cup G \subset E$

iii, iv koşullarından F kümesi öz olarak G nin tümleyenini de içerdiği görülür ve i, ii koşullarından $F = A$ ve $G = B$ durumlarının dahil olmadığı açıktır.

E deki noktaların sadece Ox_1 eksenindeki izdüşümlerini inceleyebildiğimizi ve $\forall x \in E$ için sadece $\ell(y, X)$ ($X = A, B, C$ veya D) değerini bildiğimizi kabul edelim.

i. $y \in P$ ise $x \in A$ olacak şekilde bir x in izdüşümüdür. $A \subset F$ olduğundan

$\mu_F(x) = 1$ dir.

ii. $y \in Q$ ise $x \in A$ veya $x \in C$ olacak şekilde bir x in izdüşümüdür.

iii. $x \in A \Rightarrow x \in F$ ve $x \in C \Rightarrow x \in F \vee x \in G$ dir. Bu durumda x in F deki üye olma derecesi;

$$\mu_F(x) = \frac{\ell(y, A)}{\ell(y, A) + \ell(y, C)}$$

Aynı şekilde incelemeye devam edildiğinde;

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 1, & y \in P \\ \frac{\ell(y, A)}{\ell(y, A) + \ell(y, C)}, & y \in Q \\ \frac{\ell(y, A)}{\ell(y, A) + \ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in R \\ 0, & y \in S \cup T \cup V \end{cases}$$

ve

$$\nu_F(x) = \begin{cases} 0, & y \in P \cup Q \cup V \\ \frac{\ell(y, B)}{\ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in S \\ \frac{\ell(y, B)}{\ell(y, A) + \ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in R \\ 1, & y \in T \end{cases}$$

şeklinde tanımlanır.

Böylece $\pi_A(x)$ fonksiyonunun değeri;

$$\pi_F(x) = \begin{cases} 0, & y \in P \cup T \\ \frac{\ell(y, C)}{\ell(y, A) + \ell(y, C)}, & y \in Q \\ \frac{\ell(y, C)}{\ell(y, A) + \ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in R \\ \frac{\ell(y, C)}{\ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in S \\ 1, & y \in V \end{cases}$$

(Atanassov,1986).

Sezgisel bulanık kümeler üzerinde tanımlı başlıca işlemlerden bahsedelim:

Tanım 2.13. $A, B \in IFS(X)$ olsun. Bu durumda aşağıdaki ifadeler tanımlıdır;

- i. $A \subseteq B \Leftrightarrow \forall x \in X \text{ için } \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ ve } \nu_A(x) \geq \nu_B(x)$
- ii. $A = B \Leftrightarrow A \subseteq B \text{ ve } B \subseteq A$
- iii. $A \cap B = \{\langle x, \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \max(\nu_A(x), \nu_B(x)) \rangle \mid x \in X\}$
- iv. $A \cup B = \{\langle x, \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \min(\nu_A(x), \nu_B(x)) \rangle \mid x \in X\}$
- v. $A^c = \{\langle x, \nu_A(x), \mu_A(x) \rangle \mid x \in X\}$
- vi. $A \oplus B = \{\langle x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) \cdot \nu_B(x) \rangle \mid x \in X\}$
- vii. $A \otimes B = \{\langle x, \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) + \nu_B(x) - \nu_A(x) \cdot \nu_B(x) \rangle \mid x \in X\}$

(Atanassov,1986).

2.2.1. Sezgisel Bulanık Sayılar

Sezgisel bulanık sayılar ilk olarak Burillo ve arkadaşları tarafından 1994 yılında tanımlanmıştır (Burillo ve ark., 1994). Sezgisel bulanık sayılar (intuitionistic fuzzy number) IFN ile gösterilir.

Tanım 2.14. $\tilde{A}$ aşağıdaki şartları sağlıyorsa bir sezgisel bulanık sayı olarak isimlendirilir.

1. $\tilde{A}$ sezgisel bulanık bir altküme,
2. Normal yani $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$ (öyleyse $\nu_{\tilde{A}}(x_0) = 0$ olmalı) olacak şekilde mutlaka $x_0 \in \mathbb{R}$ vardır,
3. Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}$ için dışbükey yani

$$\mu_{\tilde{A}} = (\lambda x_1 + (1 - \lambda x_2)) \geq \min(\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)); \forall x_1, x_2 \in \mathbb{R}, \lambda \in [0, 1]$$

4. Üye olmama fonksiyonu $\nu_{\tilde{A}}$ için içbükey yani

$$\nu_{\tilde{A}} = (\lambda x_1 + (1 - \lambda x_2)) \leq \max(\nu_{\tilde{A}}(x_1), \nu_{\tilde{A}}(x_2)); \forall x_1, x_2 \in \mathbb{R}, \lambda \in [0, 1]$$

Tanım 2.15. Her sezgisel bulanık $\tilde{A}$ sayısı; f_A, k_A azalmayan ve g_A, h_A artmayan fonksiyonlar olmak üzere f_A, k_A, g_A, h_A şeklinde dört fonksiyona sahiptir. $\tilde{A}$ 'nın üyelik ve üye olmama fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanır (Atalık ve Şentürk, 2019):

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } x < a_1 \\ f_A(x), & \text{eğer } a_1 \leq x < a_2 \\ 1, & \text{eğer } a_2 \leq x < a_3 \\ g_A(x), & \text{eğer } a_3 \leq x < a_4 \\ 0, & \text{eğer } a_4 \leq x \end{cases}$$

$$\nu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } x < a'_1 \\ h_A(x), & \text{eğer } a'_1 \leq x < a'_2 \\ 1, & \text{eğer } a'_2 \leq x < a'_3 \\ k_A(x), & \text{eğer } a'_3 \leq x < a'_4 \\ 0, & \text{eğer } a'_4 \leq x \end{cases}$$

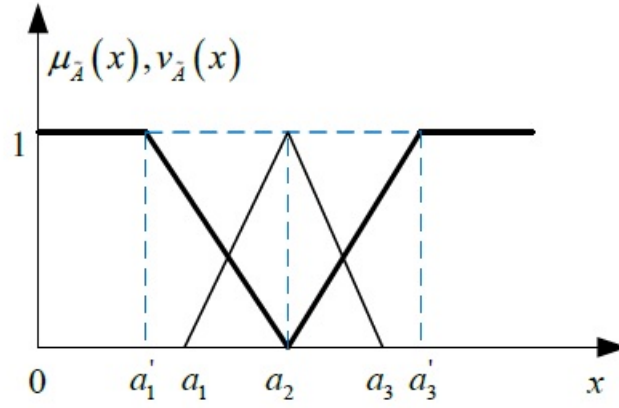
2.2.1.1. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı

Tanım 2.16. Üçgen sezgisel bulanık sayılar (triangular intuitionistic fuzzy number) ve yamuk sezgisel bulanık sayılar (trapezoidal intuitionistic fuzzy number) en çok karşımıza çıkan sezgisel bulanık sayı tipleridir. $\tilde{A}_{TIFN} = (a_1, a_2, a_3; a'_1, a'_2, a'_3)$ üçgen sezgisel bulanık sayının üye olma ve üye olmama derecesi şu şekilde tanımlanmıştır (Nehi ve Maleki, 2005):

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & \text{eğer } a_1 \leq x < a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2}, & \text{eğer } a_2 \leq x < a_3 \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$\nu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{a_2-x}{a_2-a'_1}, & \text{eğer } a'_1 \leq x < a_2 \\ \frac{x-a_2}{a'_3-a_2}, & \text{eğer } a_2 \leq x < a'_3 \\ 1, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$a'_1 \leq a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a'_3, \quad 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) + \nu_{\tilde{A}}(x) \leq 1.$$



Şekil 2.21: Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı

2.2.1.2. Yamuk Sezgisel Bulanık Sayı

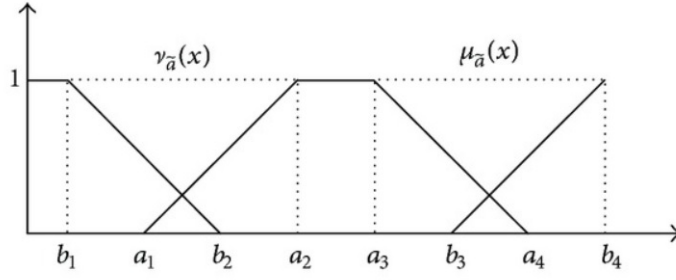
Tanım 2.17. $\tilde{A} = (b_1, a_1, b_2, a_2; a_3, b_3, a_4, b_4)$ yamuk sezgisel bulanık sayısı (trapezoidal intuitionistic fuzzy number) şu şekilde tanımlanır (Nehi, 2010; Zeng ve ark., 2014):

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } x \leq a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & \text{eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & \text{eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, & \text{eğer } a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & \text{eğer } a_4 \leq x \end{cases}$$

$$\nu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } x \leq b_1 \\ \frac{b_2-x}{b_2-b_1}, & \text{eğer } b_1 \leq x \leq b_2 \\ 0, & \text{eğer } b_2 \leq x \leq b_3 \\ \frac{x-b_3}{b_4-b_3}, & \text{eğer } b_3 \leq x \leq b_4 \\ 1, & \text{eğer } b_4 \leq x \end{cases}$$

$$b_1 \leq a_1, \leq b_2 \leq a_2, \leq a_3 \leq b_3, \text{ ve } \leq a_4 \leq b_4$$

Yamuk sezgisel bulanık sayının tanımına dikkat edildiğinde $b_2 = b_3$ ve $a_2 = a_3$ olduğu durumda üçgen sezgisel bulanık sayı elde edilir.



Şekil 2.22: Yamuk Sezgisel Bulanık Sayı

Tanım 2.18. Sezgisel bulanık değer (IFV); Xu tarafından tanımlanmıştır (Xu, 2007) ve şu şekilde ifade edilir: $\mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}}, \pi_{\tilde{a}} \in [0, 1]$ olacak şekilde $\tilde{a} = (\mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}}, \pi_{\tilde{a}})$.

Her bir IFS $\tilde{A}$;

$$\pi_{\tilde{A}} = 1 - \mu_{\tilde{A}} - \nu_{\tilde{A}} \quad (2.1)$$

Kolaylık olması açısından 3 kısmı da yazmayacağız, $\tilde{a} = (\mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}}, \pi_{\tilde{a}})$ yerine $\tilde{a} = (\mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}})$ şeklinde göstereceğiz. Gerekli durumlarda tereddüt derecesi 2.1 denklemi ile elde edilebilir.

Tanım 2.19. Sezgisel bulanık değerler için, $\tilde{a} = (\mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}})$ ve $\tilde{b} = (\mu_{\tilde{b}}, \nu_{\tilde{b}})$ aşağıdaki işlemler tanımlanmıştır (Xu, 2007; Xu ve Yager, 2006):

$$(1) \quad \tilde{a} \oplus \tilde{b} = (\mu_{\tilde{a}} + \mu_{\tilde{b}} - \mu_{\tilde{a}}\mu_{\tilde{b}}, \nu_{\tilde{a}}\nu_{\tilde{b}}) \quad (2.2)$$

$$(2) \quad \tilde{a} \otimes \tilde{b} = (\mu_{\tilde{a}}\mu_{\tilde{b}}, \nu_{\tilde{a}} + \nu_{\tilde{b}} - \nu_{\tilde{a}}\nu_{\tilde{b}}) \quad (2.3)$$

$$(3) \quad \bigoplus_{j=1}^m \tilde{a}_j = \left(1 - \prod_{j=1}^m (1 - \mu_j), \prod_{j=1}^m \nu_j \right) \quad (2.4)$$

$$(4) \quad \bigotimes_{j=1}^m \tilde{a}_j = \left(\prod_{j=1}^m \mu_j, \prod_{j=1}^m (1 - \nu_j) \right) \quad (2.5)$$

Tanım 2.20. Sezgisel bulanık değerleri karşılaştırmak için birçok yöntem tanımlanmıştır (Xu ve Yager, 2006; Szmidt ve Kacprzyk, 2009). Tüm yöntemlerin arasında en kullanışlı olan yöntem Szmidt ve Kacprzyk tarafından tanımlanmıştır. Bu fonksiyon IFV'leri karşılaştırmak (sıralamak) için kullanılır (Szmidt ve Kacprzyk, 2009):

$$\rho(\alpha) = 0.5(1 + \pi_{\alpha})(1 - \mu_{\alpha}) \quad (2.6)$$

$\rho(\alpha)$ değeri ne kadar küçükse, genel sezgisel bulanık tercih değeri α o kadar yüksektir.

2.2.2. Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yönteminin Matematiksel Altyapısı

Veri kaybı olmadan sezgisel bulanık değerlerin bir araya getirilmesi için birçok aggregation operatörü önerilmiştir. Aggregation operatörünün seçimi karar vericiye bırakılan bir seçimdir. Ayrıca çok kriterli karar verme sürecinde, sezgisel tercih ilişkisi karar vericinin kriterlere göre sezgisel tercih bilgilerini ifade etmek için güçlü bir araçtır, sezgisel tercih ilişkisinden elde edilen öncelik ağırlıkları kriterlerin ağırlıkları olarak kullanılabilir. Bu nedenle, sezgisel bir tercih ilişkisinden kriter ağırlıklarının nasıl tahmin edileceği ilginç ve önemli bir konudur. Xu (2009), çalışmasında bu konuyu detaylı inceleyerek sezgisel bir tercih ilişkisinden ölçüt ağırlıklarını tahmin etmek için bir yöntem geliştirmiştir (Xu, 2009; 2014). Kriterlerin önem dereceleri karar vericiler tarafından belirlenebilir. Bunun için birçok yöntem vardır. Çok kriterli karar verme yöntemlerini tanıtmaya başladığımız ilk bölümden itibaren bunlarla ilgili bilgiler verilmiştir. Sezgisel bulanık teori yaklaşımıyla çok kriterli bir karar verme problemi çözülürken kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için karar vericilerin kullanabileceği yöntemlerin içerisinde dilsel değişkenler, Xu'nun tanımladığı yöntem ya da kontrollü kümeler gibi birçok farklı yöntem yer almaktadır. Bu bölümde aggregation operatörleri ve kontrollü kümeler temel tanımlarıyla açıklanacaktır.

2.2.2.1. Sezgisel Bulanık Aggregation Operatörleri

Öncelikle genel olarak tanımlanmış en çok kullanılan aggregation operatörlerinden bahsedelim. Bunlar "Ağırlıklı Ortalama Operatörü" (Weighted Averaging - WA) ve "Sıralı Ağırlıklı Ortalama Operatörü" (Ordered Weighted Averaging - OWA)dür. Ağırlıklı ortalama operatörünün tanımı şu şekildedir(Harsanyi, 1955; Yager, 1988):

Tanım 2.21. $a_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ve $\omega_j \in [0, 1]$ $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ için $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ bir ağırlık vektörü olmak şartıyla $WA : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ olacak şekilde WA operatörü aşağıdaki gibi tanımlanır (Harsanyi, 1955):

$$WA_{\omega}(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n \omega_j a_j$$

Sezgisel bulanık değerler için tanımlanmış aggregation operatörleri aşağıda verilmiştir. Bu tanımlarda Ω tüm sezgisel bulanık değerlerin kümesini temsil etmektedir.

Tanım 2.22. $b_j, a_i (i = 1, 2, \dots, n)$ kümesinin en büyük j . elemanı ve $\omega_j \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n \omega_j =$

1 için $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ bir ağırlık vektörü olmak şartıyla $OWA : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ olacak şekilde "Sıralı Ağırlıklı Ortalama Operatörü" OWA operatörü aşağıdaki gibi tanımlanır (Yager, 1988):

$$OWA_{\omega}(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n \omega_j b_j$$

Tanım 2.23. "Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Ortalama Operatörü" IFWA (Intuitionistic Fuzzy Weighted Averaging) $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ bir ağırlık vektörü, $\omega_j \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ ve $\tilde{a}_j (j = 1, 2, \dots, n)$ sezgisel bulanık değer kümesi olmak şartıyla; $IFWA : \Omega^n \rightarrow \Omega$ operatörü şu şekilde tanımlanır (Xu, 2007):

$$IFWA_{\omega}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = \omega_1 \tilde{a}_1 \oplus \omega_2 \tilde{a}_2 \oplus \dots \oplus \omega_n \tilde{a}_n$$

Tanım 2.24. Özellikle $\omega = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ olduğu durumlarda IFWA operatörü "Sezgisel Bulanık Ortalama" IFA (Intuitionistic Fuzzy Averaging) operatörüne indirgenir (Xu, 2007).

$$IFA(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = \frac{1}{n}(\tilde{a}_1 \oplus \tilde{a}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{a}_n)$$

Teorem 2.1. 2.2, 2.4 kullanılarak IFWA operatörü yardımıyla elde edilen değer sezgisel bulanık bir değerdir ve aşağıdaki eşitlikle ifade edilir (Xu, 2007):

$$IFWA_{\omega}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = [1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_{\tilde{a}_j})^{\omega_j}, 1 - \prod_{j=1}^n (\nu_{\tilde{a}_j})^{\omega_j}]$$

Burada $\tilde{a}_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ve $\omega_j \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ olacak şekilde $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ bir ağırlık vektörüdür.

Tanım 2.25. $\omega_j \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ olacak şekilde "Sezgisel Bulanık Sıralı Ağırlıklı Ortalama" (Intuitionistic Fuzzy Ordered Weighted Averaging) $IFOWA : \Omega^n \rightarrow \Omega$ operatörü şu şekilde tanımlanır (Xu, 2007):

$$IFOWA_{\omega}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = \omega_1 \tilde{a}_{\sigma(1)} \oplus \omega_2 \tilde{a}_{\sigma(2)} \oplus \dots \oplus \omega_n \tilde{a}_{\sigma(n)}$$

Burada tüm j 'ler için $\tilde{a}_{\sigma(j-1)} \geq \tilde{a}_{\sigma(j)}$ olmak şartıyla $(\sigma(1), \sigma(2), \dots, \sigma(n)), (1, 2, \dots, n)$ 'nin permütasyonudur.

Tanım 2.26. $w_j \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ için $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ ilgili vektör olacak şekilde "Sezgisel Bulanık Hibrit Ortalama" (Intuitionistic Fuzzy Hybrid Averaging) $IFHA : \Omega^n \rightarrow \Omega$ operatörü şu şekilde tanımlanır (Xu, 2007):

$$IFHA_{\omega, w}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = w_1 \tilde{a}_{\sigma(1)} \oplus w_2 \tilde{a}_{\sigma(2)} \oplus \dots \oplus w_n \tilde{a}_{\sigma(n)}$$

Burada ağırlıklı sezgisel bulanık değerler $\dot{\tilde{a}}_j$, ($\dot{\tilde{a}}_j = n\omega_j\tilde{a}_j, j = 1, 2, \dots, n$) kümesinin en büyük j . elemanı $\dot{\tilde{a}}_{\sigma(j)}$ ve $\tilde{a}_j(j = 1, 2, \dots, n)$ için $\omega_j \in [0, 1], \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ olacak şekilde $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ bir ağırlık vektörüdür, n ise burada denge rolü oynayan bir katsayıdır.

Tanım 2.27. "Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Geometrik" (Intuitionistic Fuzzy Weighted Geometric) IFWG operatörü $IFWG : \Omega^n \rightarrow \Omega$ şu şekilde tanımlanmıştır (Xu ve Yager, 2006):

$$IFWG_{\omega}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = \tilde{a}_1^{\omega_1} \otimes \tilde{a}_2^{\omega_2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_n^{\omega_n}$$

Burada $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$, $\tilde{a}_j(j = 1, 2, \dots, n)$ için bir ağırlık vektörü ve $\omega_j > 0, \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$

Tanım 2.28. IFWG operatörü $\omega = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$ olduğu durumlarda "Sezgisel Bulanık Geometrik" IFG (Intuitionistic Fuzzy Geometric) operatörüne dönüşür. IFG operatörü şu şekilde tanımlanır (Xu ve Yager, 2006):

$$IFG(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = (\tilde{a}_1 \otimes \tilde{a}_2 \otimes \dots \otimes \tilde{a}_n)^{\frac{1}{n}}$$

Tanım 2.29. "Sezgisel Bulanık Sıralı Ağırlıklı Geometrik" IFOWG (Intuitionistic Fuzzy Ordered Weighted Geometric) operatörü için $w_j > 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$ olacak şekilde $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ ilgili vektör olmak üzere $IFOWG : \Omega^n \rightarrow \Omega$ operatörü şu şekilde tanımlanır (Xu ve Yager, 2006):

$$IFOWG_w(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = (\tilde{a}_{\sigma(1)})^{w_1} \otimes (\tilde{a}_{\sigma(2)})^{w_2} \otimes \dots \otimes (\tilde{a}_{\sigma(n)})^{w_n}$$

Burada $(\sigma(1), \sigma(2), \dots, \sigma(n))$ tüm j 'ler için $\tilde{a}_{\sigma(j-1)} \geq \tilde{a}_{\sigma(j)}$ olacak şekilde $(1, 2, \dots, n)$ 'nin permütasyonudur.

Tanım 2.30. $w_j > 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$ için $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ ilgili vektör olacak şekilde "Sezgisel Bulanık Hibrit Ortalama" (Intuitionistic Fuzzy Hybrid Averaging) $IFHA : \Omega^n \rightarrow \Omega$ operatörü şu şekilde tanımlanır (Xu, 2007):

$$IFHA_{w,w}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = w_1\dot{\tilde{a}}_{\sigma(1)} \oplus w_2\dot{\tilde{a}}_{\sigma(2)} \oplus \dots \oplus w_n\dot{\tilde{a}}_{\sigma(n)}$$

Burada ağırlıklı sezgisel bulanık değerler $\dot{\tilde{a}}_j$, ($\dot{\tilde{a}}_j = n\omega_j\tilde{a}_j, j = 1, 2, \dots, n$) kümesinin en büyük j . elemanı $\dot{\tilde{a}}_{\sigma(j)}$ ve $\tilde{a}_j(j = 1, 2, \dots, n)$ için $\omega_j \in [0, 1], \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ olacak şekilde $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ bir ağırlık vektörüdür, n ise burada denge rolü oynayan bir katsayıdır.

Tanım 2.31. $w_j > 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$ için $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ ilgili vektör olacak şekilde "Sezgisel Bulanık Hibrit Geometrik" IFHG (intuitionistic fuzzy hybrid geometric) $IFHG : \Omega^n \rightarrow \Omega$ operatörü şu şekilde tanımlanır (Xu ve Yager, 2006):

$$IFHG_{\omega, w}(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = (\dot{\tilde{a}}_{\sigma(1)})^{w_1} \otimes (\dot{\tilde{a}}_{\sigma(2)})^{w_2} \otimes \dots \otimes (\dot{\tilde{a}}_{\sigma(n)})^{w_n}$$

Burada ağırlıklı sezgisel bulanık değerler $\dot{\tilde{a}}_{\sigma(j)}, (\dot{\tilde{a}}_j = \tilde{a}_j^{n\omega_j}, j = 1, 2, \dots, n)$ kümesinin en büyük j . elemanı ve $\omega_j > 0, \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ olacak şekilde $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ bir ağırlık vektörüdür, n ise burada denge rolü oynayan bir katsayıdır.

2.2.2.2. Kontrollü Kümeler

Üyelik derecesi, herhangi bir kümedeki bir eleman için önemliyken, üye olmama derecesi de önemlidir. Üyelik ve üye olmama derecesi ile ilgili bilgileri netleştirmek için diğerini kontrol eden bir unsur gerekmektedir. Tüm kümelerin kontrollü küme olduğunu iddia edemeyiz. Ancak, elemanların üyelik derecelerini kullanarak kontrollü küme haline getirebiliriz (Çuvalcıoğlu, 2014). Sezgisel bulanık kümeleri klasik kümeden ayıran en önemli özellik üye olmama ve hassasiyet derecesinin varlığıdır. Sezgisel bulanık çok kriterli karar verme problemiyle uğraşan bütün araştırmacılar için kriterlerin ağırlıklarını belirlemek sağlıklı bir karar verme süreci elde edebilmek için çok önemlidir. Fakat kriterlerin ağırlıklarını belirlerken birçok araştırmacının karşılaştığı en büyük sorun; kriter ağırlıklarını sezgisel bulanık yaklaşımıyla ifade ederken üyelik derecesini kolaylıkla belirleyebiliyor ama üye olmama ve hassasiyet derecesi hakkında yorum yapamıyor olmasıdır. İşte bu durumda kontrollü kümeler yardımıyla kriterlerin ağırlıklarını belirlemek karar vericiler için kurtarıcı bir yöntem olacaktır. Bu tezde kriterlerin önem dereceleri belirlenirken; her bir kriterin katkı oranları üzerinden kontrollü kümeler yardımıyla sezgisel bulanık değerleri elde edilmiştir:

Tanım 2.32. E bir evren, $\alpha \in E$ 'den I 'ya bir fonksiyon olmak üzere E α -küme olarak adlandırılır. Bu tanımdan, X bir evrensel küme ve μ, X üzerinde bir bulanık küme ise X, μ -kümesidir (Çuvalcıoğlu, 2013a).

Tanım 2.33. E bir α -kümesi olsun.

$$\forall x \in E, \exists y \in E \ni 1 - \alpha(x) = \alpha(y).$$

Olduğu durumda, E kümesi α -kontrollü kümesi olarak isimlendirilir (Çuvalcıoğlu, 2013a).

Tanım 2.34. E kümesi α - kontrollü kümesi olmak üzere $a \in E$ olsun. Aşağıdaki küme α 'nın kontrollü kümesi olarak tanımlanır (Çuvalcıoğlu, 2013a):

$$\bar{a} = \{b \in E | 1 - \mu(a) = \mu(b)\}$$

Tanım 2.35. E bir α - küme olsun. $E_\alpha = \cup_{\alpha \in E} \bar{\alpha}$ olmak şartıyla E üzerinde dönüşüm şu şekilde tanımlanmıştır (Çuvalcıoğlu, 2014):

$$\alpha^*(x) = \begin{cases} 1 - \alpha(x), & x \in E_\alpha \\ \sup_y \alpha(y), & y \in E \ni \alpha(x) < 1 - \alpha(y) \\ 0, & \text{diğer durumlar için.} \end{cases} \quad (2.7)$$

Burada α^* E 'den I 'ya bir dönüşümdür. Ek olarak; α ve α^* 'ın toplamlarının 1'e eşit veya küçük olduğu kolaylıkla gösterilebilir (Çuvalcıoğlu, 2014).

Tanım 2.36. E bir α - küme olsun. $A = \{\langle x, \alpha(x), \alpha^*(x) \rangle | x \in E\}$ kümesi (α, α^*) kontrollü küme olarak adlandırılır (Çuvalcıoğlu, 2014).

Bu tanıma göre (α, α^*) kontrollü kümesi bir sezgisel bulanık kümedir; fakat tersi genel olarak doğru değildir (Çuvalcıoğlu, 2014).

Tanım 2.37. E bir α kümesi olsun, eğer $\alpha^*(a) = 0$ olursa, o zaman a , E 'nin evrensel bir elemanı olur (Çuvalcıoğlu, 2014).

Örnek 2.2. $E = \{a, b, c, d, e\}$ ve $\alpha(a) = 0.7, \alpha(b) = 0.6, \alpha(c) = 1.0, \alpha(d) = 0.3, \alpha(e) = 0.5$ olursa, α^* 'ın tanımından şu değerler elde edilir (Gökalp, 2018):
 $\alpha^*(a) = 0.3, \alpha^*(b) = 0.3, \alpha^*(c) = 0.0, \alpha^*(d) = 0.7, \alpha^*(e) = 0.5$.

2.2.2.3. Sezgisel Bulanık PROMETHEE Algoritması

Karar vericinin tercihini yansıtan bilgi türlerinden biri ise performanstaki farklılıkları tercih indeksi ile ilişkilendiren genelleştirilmiş kriterin seçimidir. Ölçüt türleriyle ilgili genel bilgiler tezin PROMETHEE bölümünde detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu tezde, en yaygın şekilde kullanılan doğrusal tercih işlevi olan V-şekli ölçüt türü kullanılmıştır; doğrusal tip tercih fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q}, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases} \quad (2.8)$$

Her bir kriter için, q (farksızlık eşliğinin değeri) ve p (katı bir tercih eşliğinin değeri) parametreleri duruma göre karar vericiler tarafından belirlenmelidir. $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ alternatiflerini $c_j (j = 1, 2, \dots, m)$ kriterlerine göre ikili karşılaştırmalara dayanarak değerlendirmek ve sapmaları belirlemek için:

$$d_j(x, y) = c_j(x) - c_j(y) \quad (2.9)$$

Burada $d_j(x, y)$, c_j kriterindeki x ve y alternatiflerinin değerlendirmeleri arasındaki farkı belirtir.

Tanım 2.38. $X = x_1, x_2, \dots, x_n$ kümesi üzerindeki sezgisel bulanık tercih ilişkisi R , $R = (r_{ik})_{n \times n}$ matrisi tarafından temsil edilir, burada her $i, k = 1, 2, \dots, n$ için $r_{ik} = \langle (x_i, x_k), \mu(x_i, x_k), \nu(x_i, x_k) \rangle$ dir. Kolaylık olması için $r_{ik} = (\mu_{ik}, \nu_{ik})$ şeklinde kısaltılmış halini kullanacağız, burada aşağıdaki şartlara göre; μ_{ik} x_i nesnesinin x_k nesnesine tercih edilme derecesi, ν_{ik} x_i nesnesinin x_k nesnesine tercih edilmeme derecesi ve $\pi(x_i, x_k) = 1 - \mu(x_i, x_k) - \nu(x_i, x_k)$ ise belirsizlik ya da tereddüt derecesi olarak ifade edilebilir (Xu, 2007b):

$$\begin{aligned} \mu_{ik}, \nu_{ik} &\in [0, 1], \quad \mu_{ik} + \nu_{ik} \leq 1, \quad \mu_{ik} = \nu_{ki}, \quad \mu_{ki} = \nu_{ik}, \\ \mu_{ii} &= \nu_{ii} = 0.5, \quad \pi_{ik} = 1 - \mu_{ik} - \nu_{ik}, \\ &\forall i, k = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2.10)$$

c_j kriterine göre x_i ve x_k alternatifleri arasındaki μ_{ik} tercihleri (2.9) ve (2.8) denklemleri yardımıyla hesaplanabilir, sonrasında c_j kriterine göre tercih matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$U^{(j)} = (\mu_{ik}^{(j)})_{n \times n} = \begin{bmatrix} - & \mu_{12}^{(j)} & \dots & \mu_{1n}^{(j)} \\ \mu_{21}^{(j)} & - & \dots & \mu_{2n}^{(j)} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ \mu_{n1}^{(j)} & \mu_{n2}^{(j)} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$\nu_{ki} = \mu_{ik}$ ve $\nu_{ik} = \mu_{ki}$ denklemleri kullanılarak IFV'nin üye olmama derecesi elde edilebilir. Sezgisel bulanık tercih ilişkisinin matrisi aşağıdaki gibidir:

$$R^{(j)} = (r_{ik}^{(j)})_{n \times n} = \begin{bmatrix} - & (\mu_{12}^{(j)}, \nu_{12}^{(j)}) & \dots & (\mu_{1n}^{(j)}, \nu_{1n}^{(j)}) \\ (\mu_{21}^{(j)}, \nu_{21}^{(j)}) & - & \dots & (\mu_{2n}^{(j)}, \nu_{2n}^{(j)}) \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ (\mu_{n1}^{(j)}, \nu_{n1}^{(j)}) & (\mu_{n2}^{(j)}, \nu_{n2}^{(j)}) & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

IFWA operatörü kullanılarak tüm kriterlerde x_i 'den x_k 'ya alternatiflerin tüm sezgisel bulanık tercih indeksi şu şekilde elde edilir:

$$r(x_i, x_k) = r_{ik} = \bigoplus_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes r_{ik}^{(j)}) \quad (2.13)$$

Burada $r(x_i, x_k) = r_{ik}$, tüm kriterler için x_i alternatifinin x_k alternatifine tercih edilme derecesini gösterir. Ayrıca, r_{ik} bir IFV'dir. $\tilde{w}_j = (\mu_{\tilde{w}_j}, \nu_{\tilde{w}_j})$, (2.2), (2.3) denklemlerine göre:

$$\tilde{w}_j \otimes r_{ik}^{(j)} = (\mu_{ik}^{(j)} \mu_{\tilde{w}_j}, \nu_{ik}^{(j)} + \nu_{\tilde{w}_j} - \nu_{ik}^{(j)} \nu_{\tilde{w}_j}) \quad (2.14)$$

Eğer (2.4),(2.13) ve (2.14) denklemleri birleştirilirse;

$$\begin{aligned} r(x_i, x_k) &= \bigoplus_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes r_{ik}^{(j)}) \\ &= \left(1 - \prod_{j=1}^m (1 - \mu_{ik}^{(j)} \mu_{\tilde{w}_j}), \right. \\ &\quad \left. \prod_{j=1}^m (\nu_{ik}^{(j)} + \nu_{\tilde{w}_j} - \nu_{ik}^{(j)} \nu_{\tilde{w}_j}) \right) \end{aligned} \quad (2.15)$$

Genel sezgisel bulanık tercih ilişkisi aşağıdaki gibidir:

$$R = (r_{ik})_{n \times n} = \begin{bmatrix} - & (\mu_{12}, \nu_{12}) & \dots & (\mu_{1n}, \nu_{1n}) \\ (\mu_{21}, \nu_{21}) & - & \dots & (\mu_{2n}, \nu_{2n}) \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ (\mu_{n1}, \nu_{n1}) & (\mu_{n2}, \nu_{n2}) & \dots & - \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

Her alternatif, $(n - 1)$ alternatifıyla karşılaştırılır. Sezgisel bulanık pozitif outranking akış ve sezgisel bulanık negatif outranking akışının sonucu şu şekilde elde edilebilir:

(1) **Sezgisel bulanık pozitif outranking akış:**

$$\tilde{\varphi}^+(x_i) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{k=1, k \neq i}^n r(x_i, x_k) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{k=1, k \neq i}^n r_{ik} \quad (2.17)$$

(2) **Sezgisel bulanık negatif outranking akış:**

$$\tilde{\varphi}^-(x_i) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{k=1, k \neq i}^n r(x_k, x_i) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{k=1, k \neq i}^n r_{ki} \quad (2.18)$$

Sezgisel bulanık net outranking akış, direkt outranking akışlarının çıkartılmasıyla elde edilemez. Sezgisel bulanık pozitif outranking akış ile sezgisel bulanık negatif outranking akış arasındaki fark Szmidt ve Kacprzyk tarafından tanımlanan formül kullanılarak hesaplanabilir (Szmidt ve Kacprzyk, 2009).

$$\rho(\varphi(x_i)) = \rho(\tilde{\varphi}^+(x_i)) - \rho(\tilde{\varphi}^-(x_i)) \quad (2.19)$$

$\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ için 3 farklı sıralama elde edilebilir (Liao ve Xu, 2014):

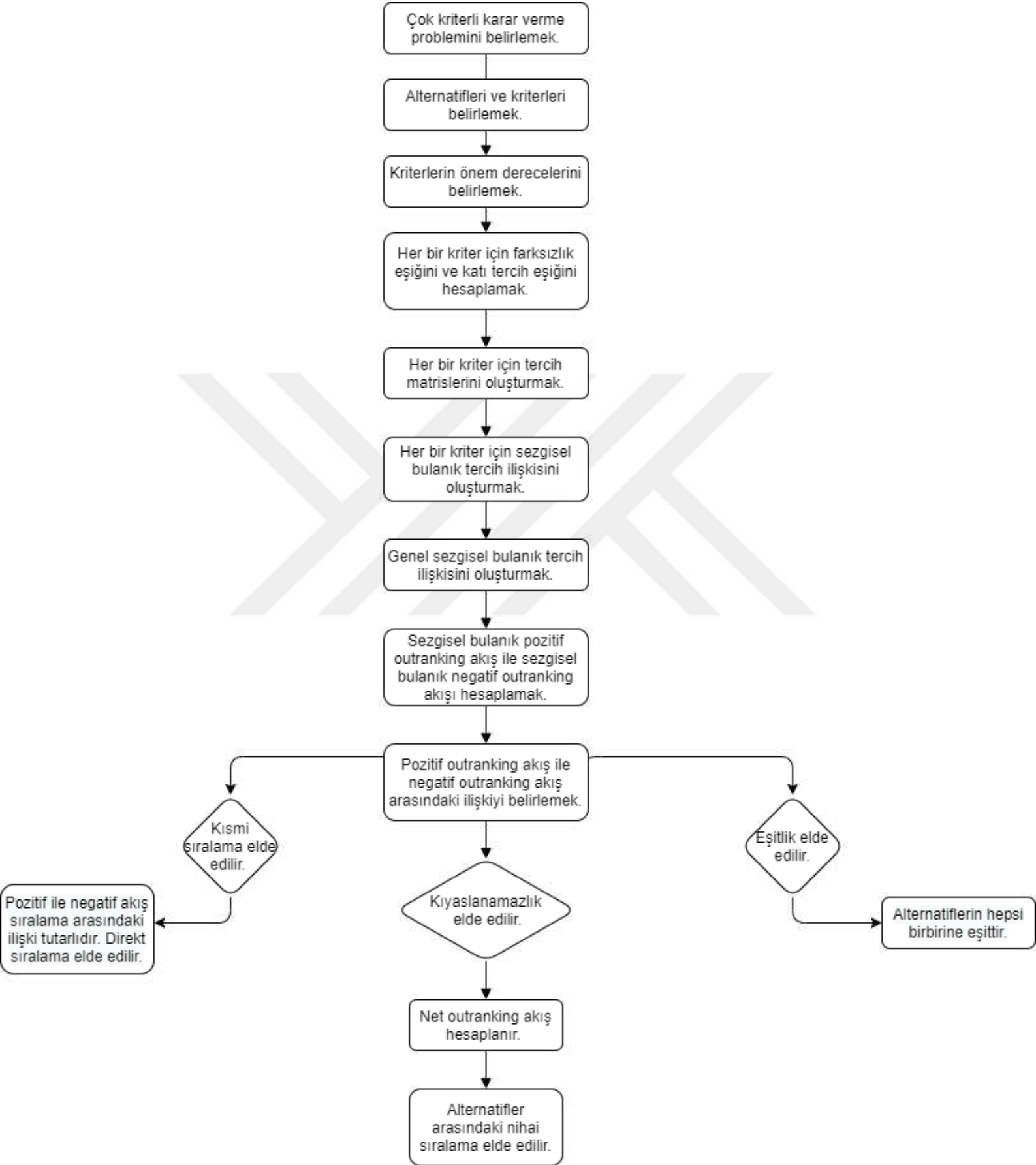
- (1) **Kısmi sıralama:** x_i, x_k 'dan önemlidir eğer $\tilde{\varphi}^+(x_i) \geq \tilde{\varphi}^+(x_k)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i) \leq \tilde{\varphi}^-(x_k)$ ise;
- (2) **Eşitlik:** $\tilde{\varphi}^+(x_i) = \tilde{\varphi}^+(x_k)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i) = \tilde{\varphi}^-(x_k)$ aynı anda elde edilirse bu iki alternatif arasındaki farksızlığı ifade eder.
- (3) **Kıyaslanamazlık:** Eğer $\tilde{\varphi}^+(x_i) > \tilde{\varphi}^+(x_k)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i) > \tilde{\varphi}^-(x_k)$ ya da $\tilde{\varphi}^+(x_i) < \tilde{\varphi}^+(x_k)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i) < \tilde{\varphi}^-(x_k)$ elde edilirse bu durumda kıyaslanamazlık elde edilir. Eğer kıyaslanamazlık elde edilirse; sezgisel bulanık net outranking akış (2.19) denklemi yardımıyla elde edilebilir.

Sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin algoritmasının en genel hali şu şekildedir:

- **Adım 1:** Çok kriterli karar verme problemini belirlemek.
- **Adım 2:** $X = x_1, x_2, \dots, x_n$ alternatiflerin ve $C = c_1, c_2, \dots, c_m$ kriterlerin kümesi olmak üzere alternatifleri ve kriterleri belirlemek.
- **Adım 3:** Kriterlerin önem derecelerini belirlemek $\tilde{w}_j (j = 1, 2, \dots, m)$ burada $\mu_{\tilde{w}_j} + \nu_{\tilde{w}_j} \leq 1, \mu_{\tilde{w}_j} \in [0, 1], \nu_{\tilde{w}_j} \in [0, 1]$.
- **Adım 4:** Tip V doğrusal ölçüt türü kullanacak karar vericiler için q bir farksızlık eşiği ve p bir katı tercih eşiği olmak üzere, q, p parametrelerini belirlemek. (2.9) denklemi kullanılarak $d_j(x, y)$ sapmalarını hesaplamak. Farksızlık eşiğiyle birlikte Tip V doğrusal ölçüt kullanılarak c_j kriterine göre x_k alternatifine karşı x_i alternatifi için $\mu_{ik}^{(j)}$ tercihlerini hesaplamak. Farklı ölçüt türü kullanmak isteyen karar vericiler için öncelikle ölçüt türünü belirlemek ve sonrasında ölçüt türünde istenen eşik değerlerini hesaplamak.

- **Adım 5:** Belirlenen ölçüt türü ve eşik değerlerine göre $U^{(j)} (j = 1, 2, \dots, m)$ tercih matrisini oluşturmak.
- **Adım 6:** Her bir kriter için $R^{(j)} = (r_{ik}^{(j)})_{n \times n}$ sezgisel bulanık tercih ilişkisini oluşturmak.
- **Adım 7:** (2.15) denklemini kullanarak $R = (r_{ik})_{n \times n}$ genel sezgisel bulanık tercih ilişkisini oluşturmak.
- **Adım 8:** (2.17) ve (2.18) denklemlerini kullanarak $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ sezgisel bulanık pozitif outranking akış ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ sezgisel bulanık negatif outranking akışı hesaplamak.
- **Adım 9:** $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ arasındaki ilişkiyi belirlemek.
- **Adım 10:** Gerekliyse net outranking akışı (2.19) denkleminin yardımıyla belirleyerek alternatiflerin tam sıralamasını yapmak.

Sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin akış diyagramı Şekil 2.23'te gösterilmiştir:



Şekil 2.23: Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yönteminin Akış Diyagramı

3. SEZGİSEL BULANIK PROMETHEE YÖNTEMİNİN UYGULAMASI

Bu tezde sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi kullanılarak geliştirmiş olduğumuz algoritmanın aynı amaç doğrultusunda 2 farklı uygulaması yapılmıştır.

3.1. Uygulama 1

Tezimizin hedefleri doğrultusunda öğrenci başarısını etkileyen faktörler; geniş bir literatür taraması yapılarak ve uzman görüşleri alınarak belirlenmiştir. Literatür taraması sonucunda belirlenen bütün faktörler giriş bölümünde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Ancak bütün faktörleri tek tek ele almak ve değerlendirmek geniş çaplı bir eğitim araştırma konusu olduğundan dolayı bu tez için başarıyı etkileyen en temel faktörler araştırılmış, uzman görüşüne başvurulmuş ve ona göre faktörler belirlenmiştir. Bir öğrenciyi değerlendirirken sadece sınavda yaptığı doğru veya yanlış sorulara göre değerlendirmek yerine öğrenciyi her anlamda bir bütün olarak ele alıp değerlendirmek daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Bunları açacak olursak; her öğrencinin demografik özellikleri, psikolojik özellikleri, kişilik özellikleri, aile durumu birbirinden farklıdır. Bizim bu tezde hedeflediğimiz; her öğrenci için kendi demografik, psikolojik, kişilik özellikleri ve sınav başarısı bir arada hesaplanarak bir değerlendirme puanı oluşturularak o puana göre yerleştirme yapılmasını sağlayan bir sistem oluşturmaktır. Tezin hedefleri doğrultusunda ön çalışma olacak bir uygulama yapılmıştır. Yaptığımız bu ön uygulamada tez için oluşturulan algoritmanın kullanılabilirliğini test etmek hedeflenmiştir. Rehber öğretmenlerle birlikte öğrenciler için kişisel bilgi formu oluşturularak bir grup öğrenciye uygulanmıştır, aynı zamanda bu öğrencilere belirli periyotlarla uygulanan sınav sonuçları incelenmiştir. Yaptığımız ön uygulamada, öğrencilerin hem sınav sonuç puanları, hem de demografik, psikolojik, kişilik özelliklerini bir arada hesaplayan bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algorithmada her özelliğin önem derecesi ayrı ayrı belirlenmiştir. Yapılan uygulama sonucunda elde edilen veriler karşılaştırılmış, yorumlanmıştır. Bu yapılan araştırmalar sonucunda çalışmanın daha güvenilir olabilmesi için okullarda rehber öğretmenlerle işbirliği içinde bir süreç iletmiştir. Bu süreçte öğrencilere okulda ve özel kurslarda uygulanan sınav sonuçları incelenmiştir. Ayrıca sınav başarısını etkileyen diğer faktörleri değerlendirmek için bireysel görüşme yöntemi kullanılmıştır. Bireysel görüşme sırasında rehber öğretmenler öğrenciler adına bazı kriterlere göre 0-10 aralığında puan vermişlerdir. Öğrenciler için hazırlanan ve rehber öğretmen tarafından her bir öğrenci için doldurulan kişisel bilgi formu ektedir (EK-2).

Adım 1: Yapılan ön çalışmada, 15 alternatif vardır. Alternatifler öğrencileri temsil etmektedir. Öğrenciler için sınavda temel dersler Matematik, Fen, Sosyal ve Türkçe'dir. Başarıyı etkileyen diğer faktörler ise; ailenin ekonomik durumu, öğrencinin sağlık durumu, öğrencinin ders çalışma düzeni, çalışma disiplini, öğrencinin kendine güveni, arkadaşlarıyla ilişkisi, ailesiyle ilişkisi, kendisine özel çalışma ortamı olarak belirlenmiştir. Bunlardan bazıları temel kriter bazıları ise alt kriterdir. Kriterlerin kümesi şu şekildedir:

- K_1 :Türkçe
- K_2 :Sosyal
- K_3 :Matematik
- K_4 :Fen
- K_5 :Aile faktörü- ailesiyle ilişkisi
- K_6 :Ders çalışma faktörü
 - Ders çalışma düzeni
 - Çalışma disiplini
 - Kendine özel çalışma ortamı
- K_7 :Özgüven faktörü
 - Kendine güveni
 - Arkadaşlarıyla ilişkisi, sosyallik
- K_8 :Demografik faktörler
 - Ailenin ekonomik durumu
- K_9 :Diğer faktörler
 - Öğrencinin sağlık durumu
 - Sosyo Kültürel etkenler

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
A_1	23.5	12	27	14	9	10	5.5	8	9
A_2	27.5	12	10.25	0	9	9.66	8.5	7	4
A_3	20.75	6.5	20.75	0	9	9	7	8	7
A_4	17.5	12.5	14.25	0	3	5.33	5.5	7	6
A_5	19.5	8.5	10.75	8.25	9	8.33	7.5	8	9
A_6	19	0	21	5.25	4	7.33	9	7	9
A_7	26.5	0	11	0	3	7.66	6.5	5	9
A_8	20	3.75	9.5	2	6	7	4	8	3
A_9	17	13	1	0	9	8.33	7.5	10	10
A_{10}	21	8.5	0	0	3	7	7.5	5	9
A_{11}	15	7	1.75	0	9	9.33	8.5	7	10
A_{12}	9.25	5.25	0	0	9	9.33	8	8	10
A_{13}	8.25	5.25	0	0	3.5	8	5.5	10	10
A_{14}	7	0.5	0	1	6	9	6	9	6
A_{15}	29	0.5	24.75	2	10	8.66	8.5	8	8

Tablo 3: Kriterlere Göre Alternatiflerin Değerleri (Uygulama 1)

$\{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}\}$ alternatiflerin (öğrencilerin) kümesi olsun.

$\{K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9\}$ kriterlerin kümesi olsun. Öğrencilerin deneme sınavları sonuç puanlarına göre derslerde yaptıkları net sayıları ve rehber öğretmenler tarafından doldurulmuş olan kişisel bilgi formlarındaki puanlandırmalarına göre Tablo 3 oluşturulmuştur:

Adım 2: Kriterlerin ağırlıkları $\mu_{\tilde{w}_j}, \nu_{\tilde{w}_j}$ aşağıdaki durumlara göre belirlenmiştir:

- Sınavda derslerin katkı oranları şu şekildedir (MEB,2020): (%80 oranında)
 - K_1 :Türkçe: %33,33
 - K_2 :Sosyal: %16,67
 - K_3 :Matematik: %33,33

- K_4 :Fen: %16,67
- Başarıyı etkileyen diğer faktörlerin katkı oranları şu şekildedir: (%20 oranında) (Alanında uzman kişilerin görüşleriyle bu katkı oranları belirlenmiştir.)
 - K_5 :Aile faktörü- ailesiyle ilişkisi: %40
 - K_6 :Ders çalışma faktörü: %15
 - K_7 :Özgüven faktörü: %20
 - K_8 :Demografik faktörler: %15
 - K_9 :Diğer faktörler: %10

Kriterlerin öğrenci başarısına katkı oranlarına göre ağırlıklarının üyelik ve üye olmama derecelerinin kontrollü küme yardımıyla hesaplanan değerleri Tablo 4’te verilmiştir:

Ağırlıklar	$\mu_{\tilde{w}_j}$	$\nu_{\tilde{w}_j}$
$\tilde{w}_1$	1	0
$\tilde{w}_2$	0.5015	0.3
$\tilde{w}_3$	1	0
$\tilde{w}_4$	0.5015	0.3
$\tilde{w}_5$	0.3	0.5015
$\tilde{w}_6$	0.1126	0.5015
$\tilde{w}_7$	0.15	0.5015
$\tilde{w}_8$	0.1126	0.5015
$\tilde{w}_9$	0.075	0.5015

Tablo 4: Kriterlerin Önem Derecelerinin Üyelik ve Üye Olmama Değerleri (Uygulama 1)

Adım 3: Tip V doğrusal ölçüt türü için, q farksızlığı eşiği, K_1 ve K_3 kriterleri için 40, K_2 , K_4 kriterleri için 20, K_5 , K_6 , K_7 , K_8 , K_9 kriterleri için 10 olarak belirlenmiştir ayrıca kesin tercih eşiği p , tüm kriterler için 0 olarak belirlenmiştir. Bu, araştırmacı veya karar

verici tarafından belirlenen eşiktir. Her araştırma için eşik hesaplamaları değişebilir.

$$\mu_{ik}^{(j)} = \begin{cases} 0, & d_j(x_i, x_k) \leq q \\ \frac{d_j(x_i, x_k) - q}{p - q}, & q < d_j(x_i, x_k) \leq p \\ 1, & d_j(x_i, x_k) > p \end{cases}$$

Adım 4: Belirlenen ölçüt türü ve eşik değerlerine göre $U^{(j)} (j = 1, 2, \dots, m)$ tercih matrisi oluşturulur.

Adım 5: $R^{(j)} = (r_{ik}^{(j)})_{n \times n}$ sezgisel bulanık tercih matrisleri $\nu_{ik} = \mu_{ki}$ ve $\nu_{ki} = \mu_{ik}$ denklemlerinden yararlanılarak oluşturulur.

Adım 6: $R = (r_{ik})_{n \times n}$ genel sezgisel bulanık tercih matris ilişkisi (2.15) denklemi yardımıyla oluşturulur. Her bir kriter için oluşturulan $U^{(j)}$ tercih matrisleri ve $R = (r_{ik})_{n \times n}$ genel sezgisel bulanık tercih matrisinin üye olma değerleri şu şekildedir:

$$U^1 = \begin{bmatrix} - & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,075 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1375 \\ 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,0375 \\ 0,06875 & 0,16875 & - & 0 & 0 & 0 & 0,14375 & 0 & 0 & 0,00625 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,20625 \\ 0,15 & 0,5 & 0,08125 & - & 0,05 & 0,0375 & 0,225 & 0,0625 & 0 & 0,0875 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2875 \\ 0,1 & 0,4 & 0,03125 & 0 & - & 0 & 0,175 & 0,0125 & 0 & 0,0375 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2375 \\ 0,1125 & 0,425 & 0,04375 & 0 & 0,0125 & - & 0,1875 & 0,025 & 0 & 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \\ 0 & 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,0625 \\ 0,0875 & 0,375 & 0,01875 & 0 & 0 & 0 & 0,1625 & - & 0 & 0,025 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,225 \\ 0,1625 & 0,525 & 0,09375 & 0,0125 & 0,0625 & 0,05 & 0,2375 & 0,075 & - & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,3 \\ 0,0625 & 0,325 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1375 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2 \\ 0,2125 & 0,625 & 0,14375 & 0,0625 & 0,1125 & 0,1 & 0,2875 & 0,125 & 0,05 & 0,15 & - & 0 & 0 & 0 & 0,35 \\ 0,35625 & 0,9125 & 0,2875 & 0,20625 & 0,25625 & 0,24375 & 0,43125 & 0,26875 & 0,19375 & 0,29375 & 0,14375 & - & 0 & 0 & 0,49375 \\ 0,38125 & 0,9625 & 0,3125 & 0,23125 & 0,28125 & 0,26875 & 0,45625 & 0,29375 & 0,21875 & 0,31875 & 0,16875 & 0,025 & - & 0 & 0,51875 \\ 0,4125 & 1,025 & 0,34375 & 0,2625 & 0,3125 & 0,3 & 0,4875 & 0,325 & 0,25 & 0,35 & 0,2 & 0,05625 & 0,03125 & - & 0,55 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

$$U^2 = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0,025 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & - & 0 & 0,025 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,275 & 0,275 & - & 0,3 & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0,325 & 0,1 & 0,025 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,025 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,175 & 0,175 & 0 & 0,2 & - & 0 & 0 & 0 & 0,225 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,6 & 0,6 & 0,325 & 0,625 & 0,425 & - & 0 & 0,1875 & 0,65 & 0,425 & 0,35 & 0,2625 & 0,2625 & 0,025 & 0,025 \\ 0,6 & 0,6 & 0,325 & 0,625 & 0,425 & 0 & - & 0,1875 & 0,65 & 0,425 & 0,35 & 0,2625 & 0,2625 & 0,025 & 0,025 \\ 0,4125 & 0,4125 & 0,1375 & 0,4375 & 0,2375 & 0 & 0 & - & 0,4625 & 0,2375 & 0,1625 & 0,075 & 0,075 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,175 & 0,175 & 0 & 0,2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,225 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,25 & 0,25 & 0 & 0,275 & 0,075 & 0 & 0 & 0 & 0,3 & 0,075 & - & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,3375 & 0,3375 & 0,0625 & 0,3625 & 0,1625 & 0 & 0 & 0 & 0,3875 & 0,1625 & 0,0875 & - & 0 & 0 & 0 \\ 0,3375 & 0,3375 & 0,0625 & 0,3625 & 0,1625 & 0 & 0 & 0 & 0,3875 & 0,1625 & 0,0875 & 0 & - & 0 & 0 \\ 0,575 & 0,575 & 0,3 & 0,6 & 0,4 & 0 & 0 & 0,1625 & 0,625 & 0,4 & 0,325 & 0,2375 & 0,2375 & - & 0 \\ 0,575 & 0,575 & 0,3 & 0,6 & 0,4 & 0 & 0 & 0,1625 & 0,625 & 0,4 & 0,325 & 0,2375 & 0,2375 & 0 & - \end{bmatrix}$$

$$U^3 = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,41875 & - & 0,2625 & 0,1 & 0,0125 & 0,26875 & 0,01875 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,3625 \\ 0,15625 & 0 & - & 0 & 0 & 0,00625 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1 \\ 0,31875 & 0 & 0,1625 & - & 0 & 0,16875 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2625 \\ 0,40625 & 0 & 0,25 & 0,0875 & - & 0,25625 & 0,00625 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,35 \\ 0,15 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,09375 \\ 0,4 & 0 & 0,24375 & 0,08125 & 0 & 0,25 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,34375 \\ 0,4375 & 0,01875 & 0,28125 & 0,11875 & 0,03125 & 0,2875 & 0,0375 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,38125 \\ 0,65 & 0,23125 & 0,49375 & 0,33125 & 0,24375 & 0,5 & 0,25 & 0,2125 & - & 0 & 0,01875 & 0 & 0 & 0 & 0,59375 \\ 0,675 & 0,25625 & 0,51875 & 0,35625 & 0,26875 & 0,525 & 0,275 & 0,2375 & 0,025 & - & 0,04375 & 0 & 0 & 0 & 0,61875 \\ 0,63125 & 0,2125 & 0,475 & 0,3125 & 0,225 & 0,48125 & 0,23125 & 0,19375 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0,575 \\ 0,675 & 0,25625 & 0,51875 & 0,35625 & 0,26875 & 0,525 & 0,275 & 0,2375 & 0,025 & 0 & 0,04375 & - & 0 & 0 & 0,61875 \\ 0,675 & 0,25625 & 0,51875 & 0,35625 & 0,26875 & 0,525 & 0,275 & 0,2375 & 0,025 & 0 & 0,04375 & 0 & - & 0 & 0,61875 \\ 0,675 & 0,25625 & 0,51875 & 0,35625 & 0,26875 & 0,525 & 0,275 & 0,2375 & 0,025 & 0 & 0,04375 & 0 & 0 & - & 0,61875 \\ 0,05625 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

U ⁴ =	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,7	-	0	0	0,4125	0,2625	0	0,1	0	0	0	0	0	0,05	0,1
	0,7	0	-	0	0,4125	0,2625	0	0,1	0	0	0	0	0	0,05	0,1
	0,7	0	0	-	0,4125	0,2625	0	0,1	0	0	0	0	0	0,05	0,1
	0,2875	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,4375	0	0	0	0,15	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,7	0	0	0	0,4125	0,2625	-	0,1	0	0	0	0	0	0,05	0,1
	0,6	0	0	0	0,3125	0,1625	0	-	0	0	0	0	0	0	0
	0,7	0	0	0	0,4125	0,2625	0	0,1	-	0	0	0	0	0,05	0,1
	0,7	0	0	0	0,4125	0,2625	0	0,1	0	-	0	0	0	0,05	0,1
	0,7	0	0	0	0,4125	0,2625	0	0,1	0	0	-	0	0	0,05	0,1
	0,7	0	0	0	0,4125	0,2625	0	0,1	0	0	0	-	0	0,05	0,1
	0,7	0	0	0	0,4125	0,2625	0	0,1	0	0	0	0	-	0,05	0,1
	0,65	0	0	0	0,3625	0,2125	0	0,05	0	0	0	0	0	-	0,05
	0,6	0	0	0	0,3125	0,1625	0	0	0	0	0	0	0	0	-

[illegible]

U ⁶ =	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,034	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,1	0,066	-	0	0	0	0	0	0	0,033	0,033	0	0	0	0
	0,467	0,433	0,367	-	0,3	0,2	0,233	0,167	0,3	0,167	0,4	0,4	0,267	0,367	0,333
	0,167	0,133	0,067	0	-	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0,067	0,033
	0,267	0,233	0,167	0	0,1	-	0,033	0	0,1	0	0,2	0,2	0,067	0,167	0,133
	0,234	0,2	0,134	0	0,067	0	-	0	0,067	0	0,167	0,167	0,034	0,134	0,1
	0,3	0,266	0,2	0	0,133	0,033	0,066	-	0,133	0	0,233	0,233	0,1	0,2	0,166
	0,167	0,133	0,067	0	0	0	0	0	-	0	0,1	0,1	0	0,067	0,033
	0,3	0,266	0,2	0	0,133	0,033	0,066	0	0,133	-	0,233	0,233	0,1	0,2	0,166
	0,067	0,033	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
	0,067	0,033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
	0,2	0,166	0,1	0	0,033	0	0	0	0,033	0	0,133	0,133	-	0,1	0,066
	0,1	0,066	0	0	0	0	0	0	0	0	0,033	0,033	0	-	0
	0,134	0,1	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0,067	0	0,034	-

R =	-	0,642405195	0,571884461	0,717843523	0,590653076	0,664420302	0,790011628	0,766397591	0,813353531	0,861917166	0,838263	0,888058764	0,911514675	0,919449855	0,541031521
	0,1405	-	0,304719231	0,627540333	0,468941576	0,667279258	0,495264032	0,602608201	0,645707573	0,64925617	0,742672	0,94654161	0,981869044	1,011503457	0,296375538
	0,0225	0,287211154	-	0,41977402	0,278918833	0,339975431	0,509752966	0,458931819	0,544672134	0,627292186	0,55553	0,667856853	0,741358342	0,761308397	0,153702417
	0,0125375	0,124614494	0,15045	-	0,17902375	0,3134375	0,383425853	0,34270893	0,339609375	0,433861301	0,444358	0,581915783	0,59508379	0,668091352	0,3009
	0,03	0,254641843	0,263510033	0,440333713	-	0,402888869	0,516628334	0,416314948	0,437682336	0,547365434	0,480905	0,603794924	0,691032807	0,714082694	0,330936861
	0,0525	0,39341025	0,175514465	0,389893109	0,272984375	-	0,405653718	0,42403601	0,596811339	0,61913491	0,597627	0,692749101	0,718503582	0,722685278	0,095219678
	0,088875	0,055546875	0,15659375	0,273378067	0,18015625	0,190519088	-	0,264555155	0,428125	0,379334572	0,452266	0,58765625	0,611694531	0,639521674	0,0075
	0	0,060845311	0,05015	0,213849888	0,0125	0,179029048	0,243366336	-	0,308093641	0,363186458	0,337456	0,470384418	0,526854114	0,539110362	0,08149375
	0,082552256	0,100397608	0,206243846	0,288737391	0,139320277	0,456770216	0,493940325	0,395846024	-	0,345615483	0,22019	0,380931449	0,504786338	0,571690256	0,338965404
	0,03	0,0375	0,077218425	0,151059889	0,0375	0,252480625	0,224940438	0,222839472	0,1	-	0,181971	0,351304961	0,393039589	0,503509397	0,2065955
	0,0521625	0,045	0,059979366	0,274605699	0,033395417	0,320116013	0,375752008	0,28087337	0,044351892	0,270351439	-	0,223011872	0,403031124	0,458010982	0,181762558
	0,04471875	0,0557533	0,040740212	0,277140971	0,026035483	0,291993312	0,345076202	0,240457216	0,01867555	0,240015544	0,01126	-	0,228139654	0,290832871	0,13886561
	0,0298511	0,0772599	0,0445133	0,104579616	0,0298511	0,173551783	0,201945057	0,138538362	0	0,087815255	0,03378	0,02252	-	0,181555786	0,151859818
	0,01867555	0,061324856	0,036052656	0,174869274	0,018719252	0,10974991	0,176021946	0,083613918	0,032430029	0,17185638	0,04703	0,036052656	0,115036091	-	0,015045292
	0,201023125	0,457797486	0,361442088	0,647017357	0,528214692	0,463990173	0,577552072	0,628332418	0,742878941	0,786253148	0,748342	0,823505098	0,867017247	0,860455342	-

Adım 7: Sezgisel bulanık pozitif outranking akışlar ve sezgisel bulanık negatif outranking akışlar, (2.17) ve (2.18) denklemleri yardımıyla hesaplanır. Değerler Tablo 5 ve Tablo 6’da gösterilmiştir:

$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_1}) = 0,071428571$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_1}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_2}) = 0,071428571$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_2}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_3}) = 0,0714238$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_3}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_4}) = 0,071330794$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_4}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_5}) = 0,071417476$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_5}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_6}) = 0,07142168$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_6}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_7}) = 0,071223816$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_7}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_8}) = 0,070477026$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_8}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_9}) = 0,071217839$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_9}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{10}}) = 0,068843292$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{10}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{11}}) = 0,069562988$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{11}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{12}}) = 0,066101853$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{12}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{13}}) = 0,053394758$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{13}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{14}}) = 0,049280411$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{14}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{15}}) = 0,071428559$	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{15}}) = 0$

Tablo 5: Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 1)

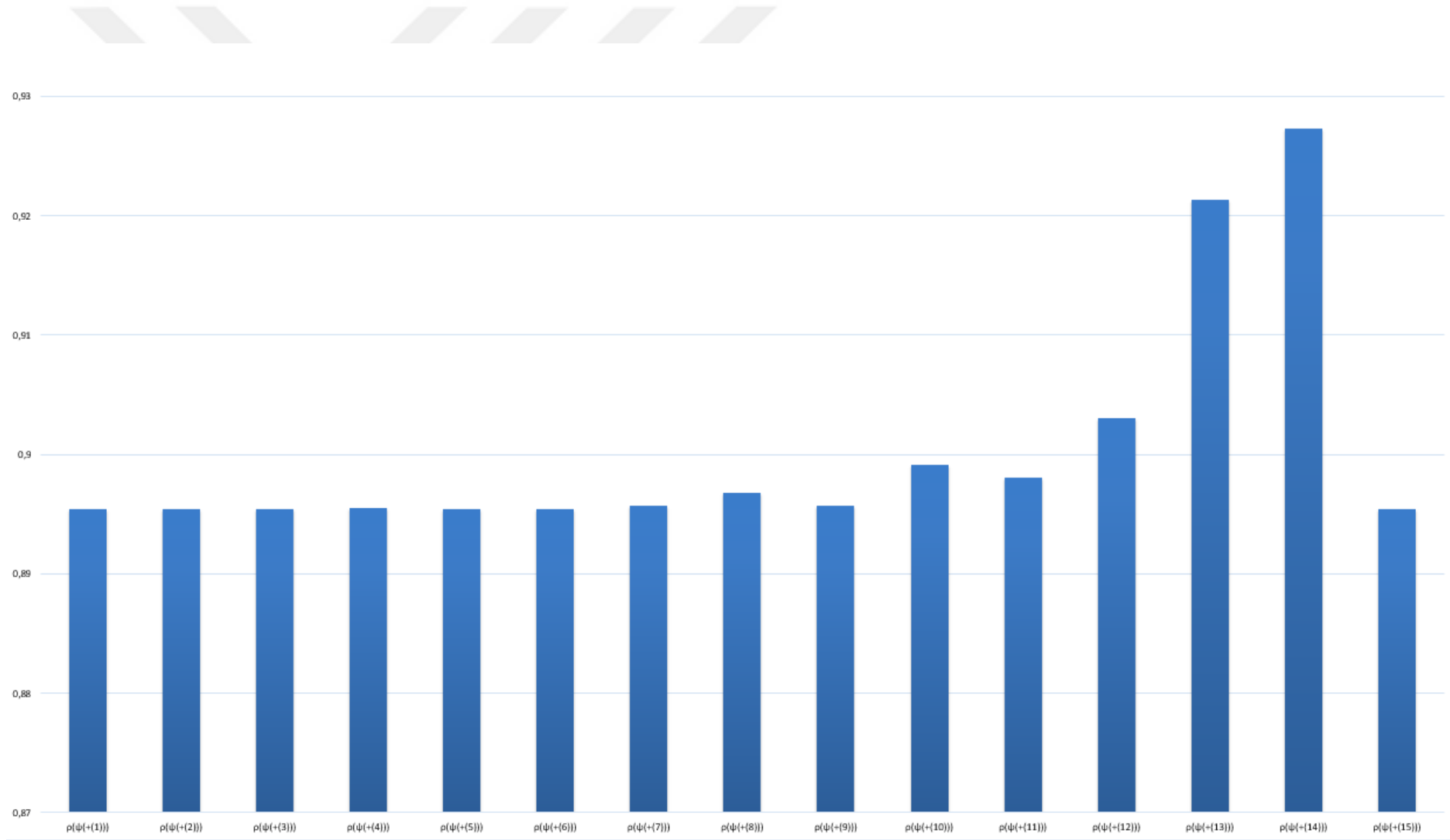
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_1}) = 0,041013589$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_1}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_2}) = 0,069084896$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_2}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_3}) = 0,068015371$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_3}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_4}) = 0,071358422$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_4}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_5}) = 0,069533425$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_5}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_6}) = 0,071318022$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_6}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_7}) = 0,071406413$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_7}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_8}) = 0,071384699$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_8}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_9}) = 0,071401817$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_9}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{10}}) = 0,071425657$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{10}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{11}}) = 0,071420438$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{11}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{12}}) = 0,07142849$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{12}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{13}}) = 0,071428568$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{13}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{14}}) = 0,071428572$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{14}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{15}}) = 0,069103512$	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{15}}) = 0$

Tablo 6: Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 1)

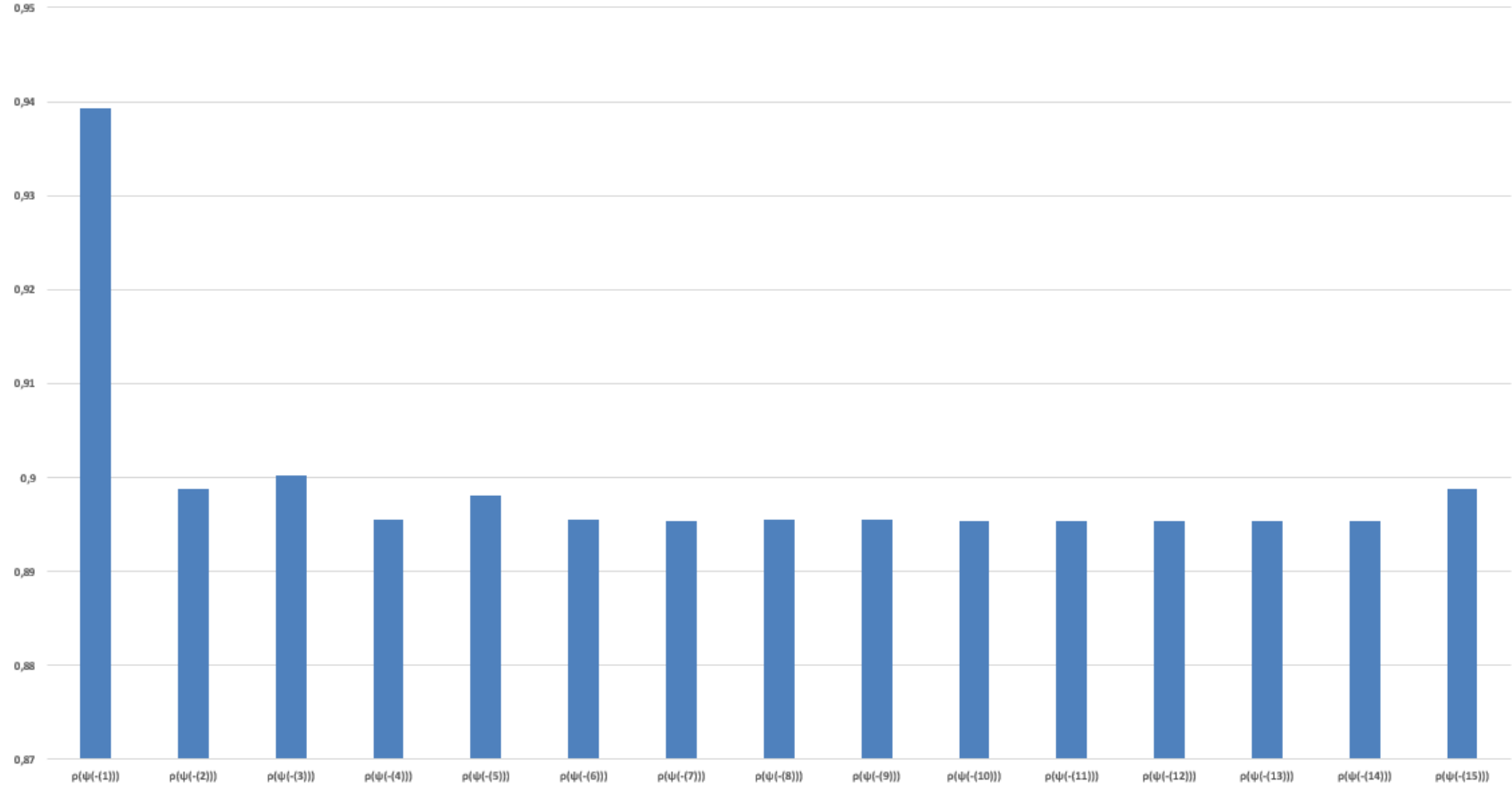
Adım 8: $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ arasındaki ilişkiyi gösteren değerler Tablo 7’de ifade edilmiştir. İlişkiyi belirlerken hem pozitif outranking akışın hem de negatif outranking akışın grafikleri verilmiş ve bu değerlerin ikili karşılaştırması da grafikte görselleştirilmiştir. Değerler 2.6 denklemi kullanılarak Tablo 7’de sıralanmıştır. Alternatiflerin pozitif outranking akış, negatif outranking akış ve bunların ikili karşılaştırma grafikleri Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’te sırasıyla gösterilmiştir.

$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_1)) = 0.895408163$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_1)) = 0.939320674$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_2)) = 0.895408163$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_2)) = 0.898759017$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_3)) = 0.89541498$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_3)) = 0.900289988$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_4)) = 0.895547851$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_4)) = 0.895508379$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_5)) = 0.895424014$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_5)) = 0.898117312$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_6)) = 0.895418008$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_6)) = 0.895566097$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_7)) = 0.895700692$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_7)) = 0.895439819$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_8)) = 0.896767967$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_8)) = 0.895470838$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_9)) = 0.895709231$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_9)) = 0.895446384$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{10})) = 0.899104761$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{10})) = 0.895412326$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{11})) = 0.898075022$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{11})) = 0.895419782$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{12})) = 0.903031948$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{12})) = 0.89540828$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{13})) = 0.921333364$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{13})) = 0.895408168$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{14})) = 0.927293663$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{14})) = 0.895408162$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{15})) = 0.895408181$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{15})) = 0.89873238$

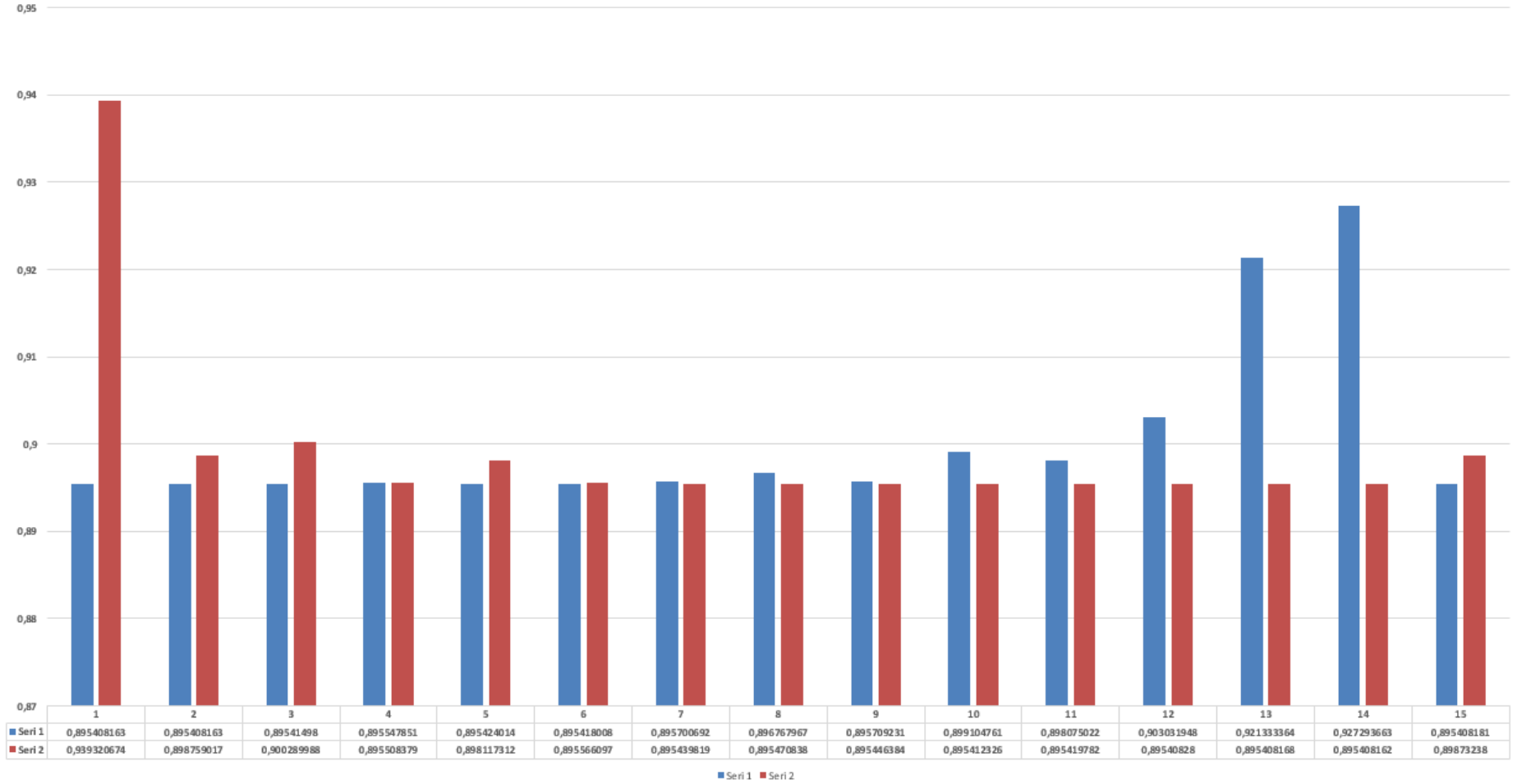
Tablo 7: Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerleri Arasındaki İlişki (Uygulama 1)



Şekil 3.1: Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 1)



Şekil 3.2: Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 1)



Şekil 3.3: Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerlerinin İkili Karşılaştırması (Uygulama 1)

Adım 9: Alternatifler arasındaki sıralama şu şekildedir:

- Olumlu anlamda sıralama:

$A_1, A_2, A_{15}, A_3, A_6, A_5, A_4, A_7, A_9, A_8, A_{11}, A_{10}, A_{12}, A_{13}, A_{14}$

- Olumsuz anlamda sıralama:

$A_{14}, A_{13}, A_{12}, A_{10}, A_{11}, A_7, A_9, A_8, A_4, A_6, A_5, A_{15}, A_2, A_3, A_1$

Bu sıralamalara göre olumlu ve olumsuz anlamda sıralamada tutarsızlık gözlemlenmiştir. Yani kıyaslanamazlık durumu vardır. Olumlu ve olumsuz sıralama aynı anda göz önüne alındığında sırası değişen öğrenciler;

$A_{15}, A_2, A_3, A_6, A_5, A_7, A_8$ öğrencilerdir. Bu öğrencilerin kriterlere göre puanları incelendiği zaman şu yargılara ulaşılabilir:

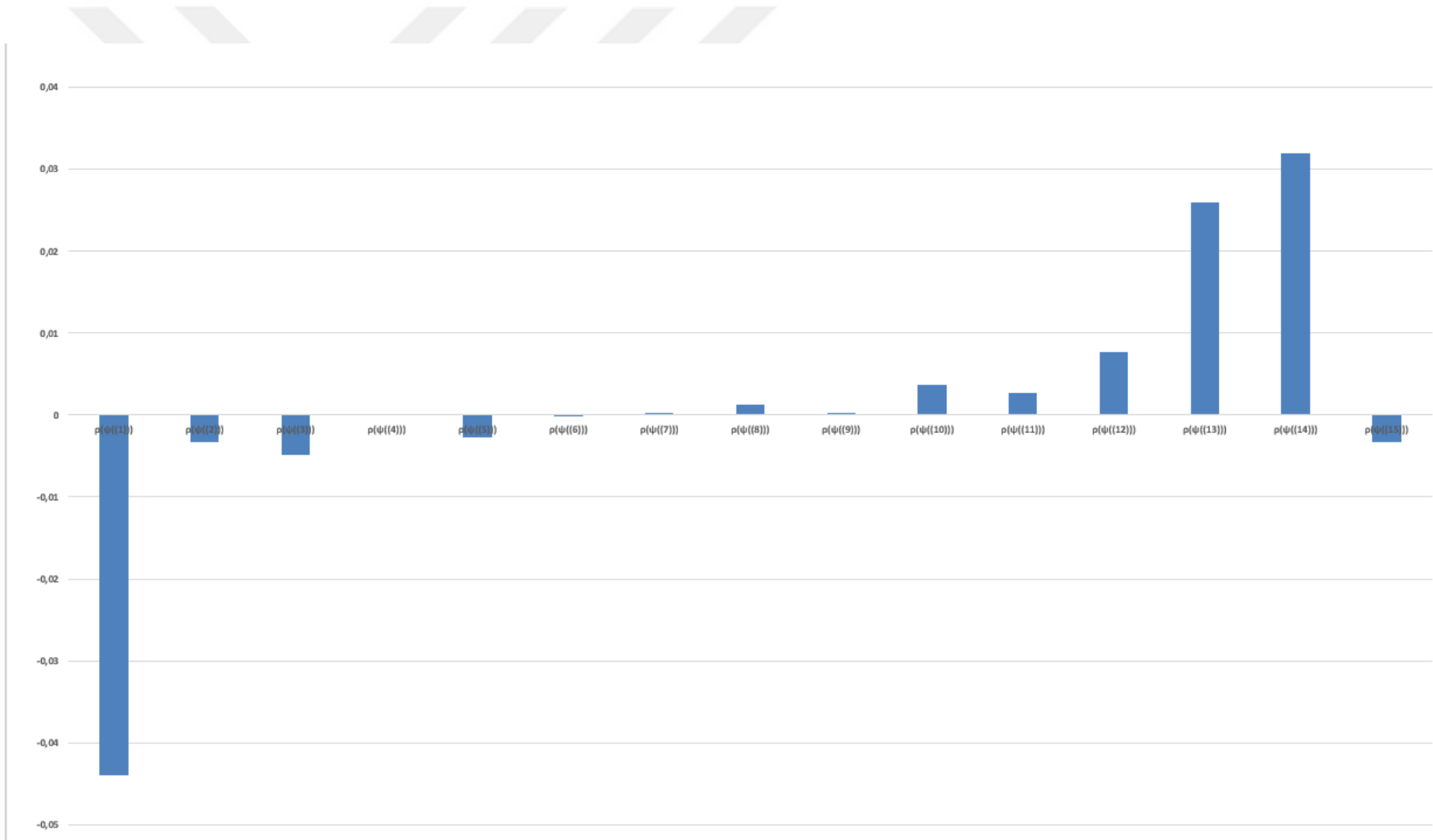
- Bu öğrencilerin bütün kriterleri tek tek incelendiğinde bazı kriterlerin puanlarının çok düşük olduğu görülmüştür. Olumlu anlamda bakıldığında genele bakarsak başarılı bir tablo görmemize rağmen bazı kriterlerin puanlarının düşüklüğü bu öğrencileri olumsuz anlamda ön sıralara çekmiştir.
- Bazı öğrencilerde ders başarısı bazlı bakıldığında istikrarlı bir başarıdan ziyade bazı derslerde çok yüksek bazılarında çok düşük başarılar gözlemlenmiştir.
- Öğrencilerin başarısını etkileyen faktörler bazlı düşünüldüğünde ise bu kriterlerde düşük puanlandırma yapılan öğrencilerin başarılarında da düşüklük gözlemlenmiştir.
- Öğrenci başarısını etkileyen faktörler göz önüne alındığında ise; her öğrencide değişiklik gösteren aile ilişkisi, sağlık durumu, sosyo kültürel etkenler, ailenin ekonomik durumu, öğrencinin özgüven faktörü, öğrencinin ders çalışma faktörü gibi bütün özelliklerin başarı üzerinde olumlu ya da olumsuz mutlaka etkisinin olduğu gözlemlenmiştir.
- Sınav sonuçlarının yanı sıra öğrencilerin başarısını etkileyen diğer faktörler de devreye girdiğinde öğrenci başarı sıralamasında değişiklik olmaktadır.
- Bu çalışmada elde edilen verilere göre; karar verme sürecinde sadece olumlu anlamda sıralamaların yanlış sonuçlara yol açabileceği görülmüştür.

- Doğru kararı vermemizi sağlayan yöntem, hem olumlu hem de olumsuz sıralamayı aynı anda dikkate alan yöntemdir.

Pozitif anlamda sıralama ile negatif anlamda sıralama örtüşmediğinden net sıralamaya ihtiyaç duyulmuştur. Net sıralamayı elde etmek için sezgisel bulanık net outranking akış değerleri 2.19 denklemi yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 8’de ifade edilmiştir. Ayrıca sezgisel bulanık net outranking akış grafiği Şekil 3.4’te gösterilmiştir:

$\rho(\tilde{\varphi}(x_1)) = -0.043912511$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_2)) = -0.003350854$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_3)) = -0.004875008$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_4)) = 0.0000394712$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_5)) = -0.002693298$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_6)) = -0.000148089$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_7)) = 0.000260873$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_8)) = 0.001297128$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_9)) = 0.000262847$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{10})) = 0.003692435$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{11})) = 0.00265524$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{12})) = 0.007623668$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{13})) = 0.025925196$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{14})) = 0.031885501$
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{15})) = -0.003324199$

Tablo 8: Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Değerleri (Uygulama 1)



Şekil 3.4: Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Grafiği (Uygulama 1)

Sonuç olarak; alternatifler arasında en iyiden başlayarak elde edilen net sıralama şu şekildedir:

$$A_1, A_3, A_2, A_{15}, A_5, A_6, A_4, A_7, A_9, A_8, A_{11}, A_{10}, A_{12}, A_{13}, A_{14}$$

Net sıralama ile sadece olumlu ve olumsuz anlamda sıralamalar arasındaki fark açıkça görülebilir. Oluşturduğumuz sistemle; seçme, sıralama ve değerlendirme yapılırken sadece olumlu değil, olumlu ve olumsuz anlamda alternatifler aynı anda karşılaştırılarak net bir sıralama elde edilerek en doğru sonuca ulaşmak hedeflenmiştir. Ön uygulama sonucunda oluşturduğumuz sistemi yorumlamak istersek; sadece olumlu anlamda yapılan sıralamanın yanlış bir karar verme mekanizması olduğudur. Aynı anda hem olumlu hem de olumsuz sıralamanın yapılabildiği sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminden yararlanmanın avantajları işte tam bu kısımdır. Öğrenci başarısını etkileyen faktörlerin, sınav sonuçlarıyla bir arada değerlendirildiği bir sistem mevcut olmadığından dolayı tezimizde ön uygulama amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Uygulamanın sonuçları incelendiğinde faktörlerin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin matematiksel olarak da anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca uygulamamızda kullandığımız yöntem olan sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi sayesinde olumlu ve olumsuz anlamda sıralama aynı anda gözlemlenerek net sıralama elde edilmiştir. Ön uygulama sonrasında çalışmamızı geliştirmek amacıyla daha geniş çapta bir uygulama olan "Uygulama 2" yapılmıştır.

3.2. Uygulama 2

Tezimizin asıl hedefi; öğrencilerin başarısını ölçerken sınav sonuçlarıyla birlikte başarılarını da etkileyen faktörlerin birlikte ele alındığı bir sistem oluşturmaktır. 2023 eğitim vizyonu doğrultusunda tezimizde kuracağımız algoritma ile oluşturulan sistem sayesinde çok nitelikli sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir. Bu tez sayesinde öğrencinin ilgi, yetenek, tutum, psikoloji, ekonomik, ailevi ilişkileri, sosyallik gibi faktörler öğretmenin ve ailenin de dahil olduğu, her öğrenciye özel olarak oluşturulacak olan sistemle değerlendirilecektir. Bu sistemi oluşturmak için gerekli olan başarıyı etkileyen faktörler derin bir literatür araştırması sonucunda tezin "1.5.1. Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörler" bölümünde detaylıca açıklanmıştır. Uygulama alanımızda araştırılmasına karar verilen faktörler uzman görüşü ve tez izleme komitesi tarafından belirlenmiş ve bunlara en uygun ölçekler seçilmiştir. Ölçek sahiplerinden gerekli izinler alınmış; bu izinler ve gerekli evraklarla birlikte ölçekleri öğrencilere ve öğretmenlere uygulayabilmek için Kahramanmaraş İl Millî Eğitim Müdürlüğü'ne başvurulmuş, gerekli izin alınmıştır (EK:1). Bu işlemlere yönelik tüm evraklar tezin "Ekler" bölümünde, ölçeklerin orijinal halleriyle birlikte yer almaktadır.

Bu tez doğrultusunda oluşturduğumuz algoritma her alanda uygulanabilirliği, kriterlerin önem derecelerinin karar vericiler tarafından istenildiği şekilde değiştirilebilmesi ve bize aynı anda alternatiflerin hem olumlu hem olumsuz anlamda sıralamalarını vermesi bakımından her alanda özgü bir sistem olacağının ispatıdır. Kuracağımız algoritma sayesinde temeli oluşturulacak olan değerlendirme sistemi, ileride alanında uzman kişiler tarafından istenen özellikler eklenerek geliştirilebilir niteliktedir. Tezimizin asıl amacı; öğrenci başarısını etkileyen faktörlerin de hesaba katıldığı bir sisteminin temelini oluşturmaktır. Tezimizin hedefleri doğrultusunda kurulan sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin adımları şu şekildedir:

- **Adım 1:** Çok kriterli karar verme problemini belirlemek.
- **Adım 2:** Alternatifleri ve kriterleri belirlemek.
- **Adım 3:** Kriterlerin önem derecelerini belirlemek.
- **Adım 4:** Her bir kriter için farksızlık eşliğini ve katı tercih eşliğini hesaplamak.
- **Adım 5:** Her bir kriter için tercih matrislerini oluşturmak.
- **Adım 6:** Her bir kriter için sezgisel bulanık tercih ilişkisini oluşturmak.

- **Adım 7:** Genel sezgisel bulanık tercih ilişkisini oluşturmak.
- **Adım 8:** Sezgisel bulanık pozitif outranking akış ile sezgisel bulanık negatif outranking akışı hesaplamak.
- **Adım 9:** $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ arasındaki ilişkiyi belirlemek.
- **Adım 10:** Alternatiflerin sıralamasını yapmak.

Tezimizin "2.2.3.1. Sezgisel Bulanık PROMETHEE Algoritması" bölümünde detaylı olarak açıklanan genel algoritma bütün uygulama alanlarında kullanılabilir niteliğe sahip bir algoritmadır. Tezin özgün bölümü için algoritmanın adımları kısaca yukarıda verilmiştir. Tezimizin hedefleri doğrultusunda kurduğumuz sezgisel bulanık PROMETHEE algoritmasının adımları tek tek açıklanarak uygulaması detaylıca gösterilmiştir.

Adım 1: Literatür taraması sonucunda eğitimde başarıyı etkileyen bütün faktörler belirlenmiş ve tezin giriş bölümünde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Gerekli uzman görüşleri, araştırmalar ve tez izleme komitesi üyelerinin görüşleri doğrultusunda tezin amacına yönelik sadece bazı temel faktörler ele alınmıştır. Bu faktörlerle ilgili hazırlanmış bütün ölçekler incelenmiş, uzman görüşlerine başvurularak tez için en uygun ölçekler seçilmiştir. Tezde ele alınan temel faktörler şu şekildedir:

- Öğrenciler için;
 - Akademik Motivasyon
 - Sınav Kaygısı
 - Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum
 - İngilizce Dersine Yönelik Tutum
 - Matematik Dersine Yönelik Tutum
 - Sosyal Bilgiler Dersine Yönelik Tutum
 - Türkçe Dersine Yönelik Tutum
- Öğretmenler için;
 - Okul Kültürü

Adım 2: Araştırma 2019-2020 eğitim öğretim döneminde Türkiye’de Kahramanmaraş ilinde öğrenim gören ilköğretim 8. sınıf öğrencileri üzerinde yürütülmüştür. Kahramanmaraş ilinde bir devlet okulunda, toplam 32 öğrenci ve 7 öğretmenden veriler toplanmıştır.

- **Demografik Özellikler:**

Öğrencilerin demografik özelliklerine ilişkin bilgiler ve Öğretmenlerin demografik özelliklerine ilişkin bilgiler Tablo 9 ve Tablo 10’da yer almaktadır:

Değişkenler	Gruplar	N
Cinsiyet	Kız	12
	Erkek	18
Anne Eğitim Durumu	Okur Yazar Değil	0
	Okur Yazar	1
	İlkokul Mezunu	3
	Ortaokul Mezunu	6
	Lise Mezunu	8
	Üniversite Mezunu	8
	Yüksek Lisans/Doktora Mezunu	4
Baba Eğitim Durumu	Okur Yazar Değil	0
	Okur Yazar	1
	İlkokul Mezunu	2
	Ortaokul Mezunu	2
	Lise Mezunu	8
	Üniversite Mezunu	14
	Yüksek Lisans/Doktora Mezunu	3
Anne Meslek	Çalışmıyor	18
	Esnaf	1
	İşçi	1
	Memur	10
Baba Meslek	Çalışmıyor	1
	Esnaf	6
	İşçi	12
	Memur	11
Aylık Gelir Düzeyi	2000 TL ve altı	2
	2001-4000 TL arası	14
	4001 TL ve üzeri	14
Kronik rahatsızlık	Evet	2
	Hayır	28
Psikolojik rahatsızlık	Evet	2
	Hayır	28
Kendine ait çalışma ortamı	Evet	29
	Hayır	1
Eğitim materyali	Evet	19
	Hayır	11
İnternet bağlantısı	Evet	29
	Hayır	1

Tablo 9: Öğrencilerin Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler

- **Veri Toplama Araçları:**

Bu tezde veri toplama aracı olarak öğrenciler için; Kişisel Bilgi Formu, Akademik Motivasyon Ölçeği, Çocuklarda Sınav Kaygısı Ölçeği, Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik

Değişkenler	Gruplar	N
Cinsiyet	Kadın	4
	Erkek	3
Branş	Türkçe	1
	Matematik	2
	Sosyal Bilgiler	1
	Fen Bilgisi	2
	İngilizce	1
Eğitim Durumu	Üniversite mezunu	7
	Yüksek Lisans mezunu	0
	Doktora mezunu	0
Çalışma Süresi	1-5 yıl	3
	6-10 yıl	2
	11-15 yıl	2
	16 ve üstü	0

Tablo 10: Öğretmenlerin Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler

Tutum Ölçeği, Türkçe Dersine Yönelik Tutum Ölçeği, Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği, Sosyal Bilgiler Dersi Tutum Ölçeği, İlköğretim İngilizce Dersine Yönelik Tutum Ölçeği ve öğretmenler için ise; Okul Kültürü Ölçeği kullanılmıştır.

1. Kişisel Bilgi Formu

Öğrencilerin cinsiyet, anne-babasının eğitim durumu, anne-babasının mesleği, ailesinin gelir düzeyi, fiziken ve ruhen sağlığı, eğitim materyalleri, teknolojik kaynaklar ve aile ilişkisi gibi bilgileri edinmek amacıyla Kişisel Bilgi Formu (EK:3) hazırlanmış ve öğrencilere uygulanmıştır. Öğretmenlerin ise cinsiyeti, branşı, eğitim durumu, deneyim süresi gibi bilgileri edinmek amacıyla Kişisel Bilgi Formu(EK:11) hazırlanmış ve öğretmenlere uygulanmıştır.

2. Akademik Motivasyon Ölçeği

İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin akademik motivasyonunu ölçmek amacıyla "Akademik Motivasyon Ölçeği" (EK:4) kullanılmıştır. Bu ölçek ilk defa 1989 yılında Vallerand ve ark. tarafından hazırlanmış, Yurt ve Bozer (2015) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. "Akademik Motivasyon Ölçeği" 28 maddeden oluşan yedili Likert tipi bir ölçektir. 1-Kesinlikle Uyuşmuyor, 2-Çoğunlukla Uyuşmuyor, 3-Kısmen Uyuşmuyor, 4-Kararsızım, 5-Kısmen Uyuşuyor, 6-Çoğunlukla Uyuşuyor, 7-Tamamen Uyuşuyor seçeneklerine sahip yedi dereceli bir ölçektir. Bu ölçek, bilmeye yönelik içsel motivasyon, başarıya yönelik içsel motivasyon, uya-

rım yaşamaya yönelik içsel motivasyon, içe yansıyan dışsal motivasyon, dışsal motivasyon-dış düzenleme, belirlenmiş dışsal motivasyon ve motivasyonsuzluk olmak üzere yedi boyuttan oluşmaktadır. Yurt ve Bozer (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan "Akademik Motivasyon Ölçeği"nin güvenilirliğini belirlemek için hesaplanan ölçeğin boyutlarına ait Cronbach Alpha katsayı değerleri 0.61 ile 0.80 arasında değişmektedir (Vallerand ve ark., 1989; Vallerand ve ark., 1992; Yurt ve Bozer, 2015).

3. Çocuklarda Sınav Kaygısı Ölçeği

Çocuklarda sınav kaygısını ölçmek amacıyla geliştirilen "Çocuklarda Sınav Kaygısı Ölçeği" (EK:5) kullanılmıştır. Bu ölçek ilk defa Wren ve Benson tarafından 2004 yılında geliştirilmiş, Aydın ve Bulgan tarafından 2017 yılında Türkçe'ye uyarlanmıştır. "Çocuklarda Sınav Kaygısı Ölçeği" üç boyutta toplam 30 maddeden oluşan dördümlük likert tipi bir ölçme aracıdır. Ölçeğin alt boyutları; düşünceler, görev dışı davranışlar ve otonom tepkilerdir. Maddeler 4'lü likert tipi 1-Hemen Hemen Hiçbir Zaman, 2-Bazen, 3-Çoğu Zaman, 4-Hemen Hemen Her Zaman şeklinde bir derecelendirmeye sahiptir. Ölçeğin alt boyutlarının Cronbach Alpha katsayı değerleri Düşünceler, Görev Dışı Davranışlar, ve Otonom Tepkiler için sırasıyla 0.82, 0.70 ve 0.75 bulunmuştur. Ölçeğin bütününe ilişkin Cronbach Alfa değeri ise 0.88'dir (Aydın ve Bulgan, 2017; Wren ve Benson, 2004).

4. Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

Ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin Fen ve Teknoloji dersine ve bu dersin kapsamında yapılan etkinliklere yönelik tutumlarını tespit etmek amacıyla Nuhoğlu (2008) tarafından geliştirilen "Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği" (EK:6) kullanılmıştır. Ölçekte 10'u olumsuz 10'u olumlu toplam 20 madde bulunmaktadır, ölçeğe ilişkin Cronbach Alpha katsayı değeri 0,8739 olarak hesaplanmıştır. Maddeler Katılmıyorum, Fikrim Yok ve Kararsızım şeklinde 3'lü Likert tipinde derecelendirilmiştir (Nuhoğlu, 2008).

5. İlköğretim İngilizce Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

İlköğretim okullarında öğrenim gören öğrencilerin İngilizce dersine yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla Baş (2012) tarafından geliştirilen "İlköğretim İngilizce Dersine Yönelik Tutum Ölçeği" (EK:7) kullanılmıştır. Ölçek beş boyuttan ve 15'i olumlu, 12'si de olumsuz olmak üzere toplam 27 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.92 olarak hesaplanmıştır. Bu ölçek, 1-Kesinlikle Katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum ve 5-Kesinlikle Katılıyorum şeklinde beşli Likert tipi bir ölçme aracıdır (Baş, 2012).

6. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

Ortaokul öğrencilerinin Matematik dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Önal (2013) tarafından geliştirilen "Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği" (EK:8) kullanılmıştır. "Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği" 22 madde ve dört faktörden oluşmaktadır. Bu faktörler; ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik şeklinde belirlenmiştir. Ölçek maddeleri, 5'li likert tipi olup 5-Tamamen Katılıyorum, 4-Katılıyorum, 3-Kararsızım, 2-Katılmıyorum ve 1-Kesinlikle Katılmıyorum şeklindedir. Ölçeğe ilişkin Cronbach Alpha katsayı değeri 0.90 olarak hesaplanmıştır (Önal, 2013).

7. Sosyal Bilgiler Dersi Tutum Ölçeği

İlköğretim öğrencilerinin Sosyal Bilgiler dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Gömleksiz ve Kan (2013) tarafından geliştirilen "Sosyal Bilgiler Dersi Tutum Ölçeği" (EK:9) kullanılmıştır. Ölçek 14'ü olumlu, 15'i olumsuz tutumları ölçen toplam 29 madde ve 5 alt boyuttan oluşmaktadır. Ortaya çıkan alt boyutlar sevme, fayda, ilgi, istek, güven biçiminde adlandırılmıştır. Ölçek maddeleri, 5'li likert tipi olup 5-Tamamen Katılıyorum, 4-Katılıyorum, 3-Kısmen Katılıyorum, 2-Katılmıyorum ve 1-Hiç Katılmıyorum şeklindedir. Ölçeğin toplam Cronbach Alpha katsayı değeri 0.61 olarak belirlenmiştir (Gömleksiz ve Kan, 2013).

8. Türkçe Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

Öğrencilerin Türkçe dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla "Türkçe Dersine Yönelik Tutum Ölçeği" (EK:10) kullanılmıştır. Araştırmamızda kullanılan "Türkçe Dersine Yönelik Tutum Ölçeği"; Taşlıtarla (1998) tarafından geliştirilmiş olan "Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği"nden uyarlanan Dokuz Eylül Üniversitesi'nde Halim Akgöl danışmanlığında yürütülmüş olan yüksek lisans tezinde Yetim (2002) tarafından hazırlanmıştır. Toplam 20 maddeden oluşan Türkçe dersine yönelik tutum ölçeğine ilişkin Cronbach Alpha katsayı değeri 0.90 olarak hesaplanmıştır. Ölçek maddeleri, 5'li likert tipi olup 1-Kesinlikle Katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum ve 5-Kesinlikle Katılıyorum şeklindedir (Taşlıtarla, 1998; Yetim, 2002).

9. Okul Kültürü Ölçeği

İlköğretim okullarındaki kültürel yapının belirlenmesi amacıyla öğretmenlere uygulanmak üzere Terzi (2005) tarafından hazırlanmış olan "Okul Kültürü Ölçeği" (EK:12) kullanılmıştır. "Okul Kültürü Ölçeği" toplam 29 maddeden ve destek, başarı, bürokratik ve görev olmak üzere 4 faktörden oluşmaktadır. Ölçeğin bütün olarak Cronbach Alpha katsayısı 0.84 olarak hesaplanmıştır. Ölçek maddeleri, 5'li likert tipi olup 1-Hiçbir Zaman, 2-Nadiren, 3-Bazen, 4-Çoğunlukla ve 5-Her Zaman şeklindedir (Terzi, 2005).

Yukarıda belirtildiği üzere bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan ilköğretim 8. sınıf öğrencisi olan 32 öğrenciye ve bu öğrencilerin branş derslerine giren öğretmenlere yukarıdaki ölçekler uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin ortaöğretime geçiş sınavı doğrultusunda girmiş oldukları deneme sonuçları incelenmiştir. Bu öğrencilere uygulanan ölçekler incelendiğinde 2 öğrencinin verileri geçersiz sayılmış, hesaplamalar toplam 30 öğrenci üzerinden yapılmıştır. Kurmuş olduğumuz algorithmada alternatifler 30 öğrenciyi temsil etmekte iken kriterler ise öğrenci başarısını etkileyen temel faktörleri temsil etmektedir. Algoritmamızın temelinin oluşturan alternatif ve kriterler şu şekildedir:

- $A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17}, A_{18}, A_{19}, A_{20}, A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{24}, A_{25}, A_{26}, A_{27}, A_{28}, A_{29}, A_{30}\}$ alternatiflerin kümesi olmak üzere her bir alternatif bir öğrenciyi temsil etmektedir.
- $K = \{K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}, K_{12}, K_{13}, K_{14}\}$ kriterlerin kümesi olmak üzere kriterlerin her biri öğrencilerin sınav başarı puanlarını ve öğrenci başarısını etkileyen temel faktörleri temsil etmektedir. Kriterler şu şekilde açıklanabilir; $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ öğrencilerin ortaöğretime giriş sınavına hazırlık sürecinde girdikleri deneme sınavındaki derslerden aldıkları sonuç puanlarıdır. İlköğretim 8. sınıf öğrencileri üzerinden yürütülen bu çalışmada ortaöğretime geçiş sınavı müfredatı doğrultusunda uygulanan deneme sınav sonucundaki ders bazında yapmış oldukları net soru sayısı girilmiştir.

Ortaöğretim Kurumlarına ilişkin Merkezi Sınav, sınavla öğrenci alan fen liseleri, sosyal bilimler liseleri, özel program ve proje uygulayan eğitim kurumları ile mesleki ve teknik Anadolu liselerinin Anadolu teknik programlarına öğrenci seçmek amacıyla uygulanmaktadır. Sınava 2019-2020 eğitim öğretim yılında örgün eğitim verilen okulların 8. sınıfında kayıtlı olan resmi ve özel ilköğretim öğrencileri, imam hatip ortaokulu öğrencileri, açık öğretim ortaokulu öğrencileri, geçici eğitim merkezi öğrencileri ve yurtdışındaki okullarda öğrenim gören öğrenciler katılabilmektedir. Öğrenciler, sabah 09.30'da başlayan birinci oturumda sözel bölümde, 11.30'da başlayan ikinci oturumda sayısal bölümde yer alan alt testleri cevaplandırmaktadır. Sözel bölümde Türkçeden 20 soru, T.C. İnkılap Tarihi ve Atatürkçülük dersinden 10 soru, Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi dersinden 10 soru ve Yabancı Dil dersinden 10 soru olmak üzere dört alt test bulunmakta; bu dört alt testte öğrencilere toplam 50 soru sorulmaktadır. Öğrencilere sözel bölümdeki soruları cevaplamak için 75 dakika süre verilmektedir. Sayısal bölümde Matematik ve Fen Bilimleri alt testleri bulunmakta ve bu iki alt testte öğrencilere Matematik dersinden 20 soru, Fen Bilimleri dersinden 20 soru olmak üzere toplam 40 soru sorulmaktadır. Sayısal bölümde öğrencilere 80 dakika süre verilmektedir (MEB, 2020b).

Adım 3: Merkezi Sınava katılan öğrencilerin puanları tek puan türünde (merkezi sınav puanı) hesaplanmaktadır. Merkezi sınav puanı hesaplanırken izlenen adımlar Millî Eğitim Bakanlığı'nın "Ortaöğretim Kurumlarına İlişkin Merkezi Sınav" adıyla yayınladığı dosyada detaylı

bir şekilde açıklanmıştır. Merkezi sınav puanı hesaplanırken kullanılan derslerin katsayıları Tablo 11’de belirtilmiştir (MEB, 2020b):

Dersler	Ağırlık Katsayıları
Türkçe	4
T.C. İnkılap Tarihi ve Atatürkçülük	1
Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi	1
Yabancı Dil (İngilizce)	1
Matematik	4
Fen Bilimleri	4

Tablo 11: Merkezi Sınav Puanı Hesaplamada Kullanılan Katsayılar

Merkezi sınav puanı hesaplanırken öncelikle öğrencilerin ham puanı hesaplanır. Sayısal ve sözel bölümlerdeki her alt testte öğrencilerin doğru, yanlış ve boş cevap sayıları belirlenir. Öğrencilerin doğru cevap sayılarından yanlış cevap sayılarının üçte biri çıkarılarak (şans başarısı düzeltilmesi yapılarak) ham puanlar (net sayıları) hesaplanır (MEB,2020b).

$$\text{Ham Puan}_{X_i} = \text{Öğrencinin testindeki doğru sayısı} - \frac{\text{Öğrencinin testindeki yanlış sayısı}}{3} \quad (2.20)$$

Diğer kriterler ise $K_7, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}, K_{12}, K_{13}$ öğrencilere uygulanan ölçeklerin sonuçları, K_{14} ise öğretmenlere uygulanmış olan ölçek sonucunu temsil etmektedir. Ölçekler öğrencilere ve öğretmenlere uygulandıktan sonra her bir ölçeğin maddelerinin derecelendirmesi ayrı ayrı baz alınarak her bir öğrenci ve öğretmenin ölçeklere vermiş oldukları cevapların puanlarının ortalaması alınmıştır. Kriterlerin sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

- K_1 : Türkçe Dersi Sınav Sonucu
- K_2 : T.C. İnkılap Tarihi ve Atatürkçülük Dersi Sınav Sonucu
- K_3 : Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Dersi Sınav Sonucu
- K_4 : Yabancı Dil (İngilizce) Dersi Sınav Sonucu
- K_5 : Matematik Dersi Sınav Sonucu

- K_6 : Fen Bilimleri Dersi Sınav Sonucu
- K_7 : Akademik Motivasyon Ölçeği
- K_8 : Sınav Kaygısı Ölçeği
- K_9 : Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği
- K_{10} : İngilizce Dersine Yönelik Tutum Ölçeği
- K_{11} : Sosyal Bilgiler Dersine Yönelik Tutum Ölçeği
- K_{12} : Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği
- K_{13} : Türkçe Dersine Yönelik Tutum Ölçeği
- K_{14} : Okul Kültürü Ölçeği

Her bir alternatif için her kriterin değeri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Kriterlerin sınıflandırılması yukarıda belirtildiği gibi öğrencilerin sınav sonuçlarından ve öğrencilere ve öğretmenlere uygulanan ölçek Alternatif/kriter tablosunda yukarıda açıklanmış bilgilere göre kriterlerin değerleri hesaplanırken öğrencilerin net puanları 2.20 denklemi yardımıyla hesaplanmıştır. Ölçeklerin sonuçlarının ortalaması ise her bir ölçekteki sorulara verilen yanıtların derecelerinin ortalaması alınarak Tablo 12’de veriler belirtilmiştir:

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
A1	2, 67	7, 33	5, 67	0	0	6	2, 32	1, 4	3, 4	2, 78	2, 48	2, 91	2, 1	3, 77286
A2	6, 67	2, 33	7, 67	4, 33	1	3, 67	1, 86	1, 97	2, 5	2, 56	2, 24	3, 14	2, 45	3, 77286
A3	0, 33	0, 33	5, 33	0	0, 67	2	3, 93	2, 9	3, 7	2, 78	2, 66	2, 5	2, 1	3, 77286
A4	16	5	6, 33	1, 33	6, 33	8, 33	2	2, 33	3, 25	3, 11	2, 48	3, 32	2, 6	3, 77286
A5	8	2	4, 67	0	0	0	3, 75	1, 77	3, 35	3	2, 97	3, 09	3, 05	3, 77286
A6	6	6	7, 33	3, 33	0, 67	3, 67	3, 5	2, 3	3, 25	3, 07	2, 9	2, 91	2, 9	3, 77286
A7	16	6	6	3, 33	0	6, 67	2, 75	2, 4	2, 8	3	2, 97	3	2, 9	3, 77286
A8	14, 67	6	6	8, 67	10, 67	13, 33	3, 82	3, 13	3, 15	2, 56	2, 76	3, 14	2, 55	3, 77286
A9	17, 33	7, 33	7, 33	1, 33	1, 33	17, 33	3, 93	1, 53	3, 45	2, 85	2, 38	2, 27	3	3, 77286
A10	17, 67	4, 67	7, 33	7, 33	5, 33	14, 67	2, 82	3, 03	2, 55	2, 78	2, 34	3, 09	2, 45	3, 77286
A11	18, 67	8, 67	8, 67	2, 67	10, 67	14, 67	3, 43	2, 3	3, 3	2, 44	2, 66	2, 77	2, 65	3, 77286
A12	20	8, 67	8, 67	4, 67	7, 67	18, 67	4	1, 53	3, 55	1, 44	2, 86	2, 82	3	3, 77286
A13	9, 33	4, 67	7, 33	4, 67	3, 33	8, 67	4, 07	3, 1	3, 45	2, 93	3, 1	2, 95	3, 25	3, 77286
A14	10, 67	7, 33	10	8, 67	0, 33	9, 67	3, 29	2, 03	2, 45	2, 74	1, 9	2, 68	2, 9	3, 77286
A15	14, 67	3, 33	10	4, 67	2	10, 67	3, 14	2, 43	2, 4	2, 56	2, 28	2, 77	2, 45	3, 77286
A16	16	8, 67	8, 67	6	8	13, 33	2, 68	1, 83	3, 6	3, 15	2, 93	3, 09	3, 05	3, 77286
A17	3	3, 67	6	6, 67	0, 67	3, 33	1, 79	2, 33	2, 8	2, 96	3, 17	3, 14	2, 8	3, 77286
A18	8, 67	6, 33	5, 67	1, 33	2, 33	10, 33	4, 18	1, 73	3, 4	2, 81	2, 9	3, 09	2, 95	3, 77286
A19	17, 33	7, 33	7, 33	10	6	17, 67	2, 93	1, 57	3, 25	2, 3	2, 24	2, 95	2, 5	3, 77286
A20	17, 33	7, 33	10	10	8, 33	18, 67	3, 96	1, 4	3, 55	3, 11	2, 52	3, 09	3	3, 77286
A21	13, 67	7, 33	6	4, 67	2	7, 67	4, 21	3, 1	3, 6	2, 78	3, 07	3	3	3, 77286
A22	18, 67	7, 33	7, 33	10	10	18, 67	3, 46	2, 3	2, 95	3, 19	3, 03	3, 18	2, 75	3, 77286
A23	18, 67	8, 67	10	4, 67	8	15, 33	3, 43	1, 97	3, 25	3, 33	2, 69	3, 09	2, 85	3, 77286
A24	10, 67	6	8, 67	4, 67	9, 67	9, 33	4, 07	2, 37	3, 25	2, 59	3, 03	2, 91	2, 55	3, 77286
A25	16	2	7, 33	3, 33	11, 33	17, 33	3, 29	2, 8	3, 3	2, 93	3	2, 91	2, 6	3, 77286
A26	5, 67	2, 33	6	3, 67	0	4	3, 82	3, 3	3, 05	2, 96	3, 24	2, 95	3, 3	3, 77286
A27	16	6	8, 67	6	7, 33	14, 67	3	2, 9	3, 55	2, 96	2, 1	2, 95	3, 25	3, 77286
A28	17, 33	6	8, 67	10	5, 67	13, 67	2, 64	2, 37	2, 5	2, 19	2, 17	2, 91	3	3, 77286
A29	15	3, 33	4, 67	0	0	6, 67	3, 93	2, 93	3, 2	2, 7	2, 55	2, 77	3, 25	3, 77286
A30	12, 67	0	7, 33	0	1	0, 33	2, 57	1, 7	2, 65	2, 07	2, 52	3, 45	2, 8	3, 77286

Tablo 12: Kriterlere Göre Alternatiflerin Değerleri (Uygulama 2)

Kriterlerin ağırlıkları yani önem dereceleri hesaplanırken kullanılacak olan katsayılar;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ için merkezi sınavdaki hesaplamada kullanılan katsayıların yüzdelik oranının yaklaşık değeri ve $K_7, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}, K_{12}, K_{13}, K_{14}$ için ise tezin "1.5.1. Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörler" bölümündeki öğrenci başarısını etkileyen faktörleri tek tek açıklarken belirtilen etki büyüklüklerinin yüzdelik oranının yaklaşık değeri Tablo 13'te belirtilmiştir. Tablo 13'te belirtilen ağırlıklar her kriter için birbirinden bağımsız değerler olarak ifade edilmiştir. Mevcut değerlendirme sisteminde öğrencilerin merkezi sınav puanı hesaplanırken sadece testlerdeki doğru, yanlış cevaplarına göre hesaplanmaktadır. Mevcut sistemdeki merkezi sınav puanı hesaplaması için gerekli adımlar Millî Eğitim Bakanlığı tarafından açıklanmıştır (MEB, 2020b).

Kriterler	Ağırlıklar
K_1	%26,67
K_2	%6,67
K_3	%6,67
K_4	%6,67
K_5	%26,67
K_6	%26,67
K_7	%27
K_8	-%28(olumsuz etki)
K_9	%40
K_{10}	%40
K_{11}	%40
K_{12}	%40
K_{13}	%40
K_{14}	%49

Tablo 13: Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörlerin Etki Büyüklükleri

Bu tezde, öğrencilerin merkezi sınav puanı hesaplanırken sınavda yanıtladıkları sorularla birlikte başarılarını etkileyen faktörleri de göz önünde bulunduran bir sistem oluşturmak hedeflenmektedir. Bu doğrultuda kurulan algoritmada dersler ve faktörler aynı anda sisteme dahil edilerek birlikte değerlendirilmiştir. Mevcut değerlendirme sistemimize yenilik getirmek amacıyla kurulan bu sistem Türkiye’de bir ilk olma niteliği taşımaktadır. Bundan dolayı kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken uzman görüşüne başvurulmuştur. Kurduğumuz algoritmada uzman görüşleri doğrultusunda alınan karara göre öğrencilerin merkezi sınav puanında derslerin katkısı %70 iken başarıyı etkileyen faktörlerin katkısı ise %30 olarak ele alınmıştır. Katkı oranları belirlendikten sonra kriter ağırlıkları sezgisel bulanık değerler ile ifade edilmiştir. Kriter ağırlıkları sezgisel bulanık değerler şeklinde ifade edilirken Çuvalcıoğlu (2013,2014) tarafından tanımlanan kontrollü kümelerden yararlanılmıştır ve Tablo 14’te kriterlerin önem dereceleri $\tilde{w}_j (j = 1, 2, \dots, m)$ belirtilmiştir:

Ağırlıklar	$\mu_{\tilde{w}_j}$	$\nu_{\tilde{w}_j}$
$\tilde{w}_1$	1	0
$\tilde{w}_2$	0,25	0,259
$\tilde{w}_3$	0,25	0,259
$\tilde{w}_4$	0,25	0,259
$\tilde{w}_5$	1	0
$\tilde{w}_6$	1	0
$\tilde{w}_7$	0,14	0,259
$\tilde{w}_8$	0,01	0,15
$\tilde{w}_9$	0,21	0,259
$\tilde{w}_{10}$	0,21	0,259
$\tilde{w}_{11}$	0,21	0,259
$\tilde{w}_{12}$	0,21	0,259
$\tilde{w}_{13}$	0,21	0,259
$\tilde{w}_{14}$	0,26	0,25

Tablo 14: Kriterlerin Önem Derecelerinin Üyelik ve Üye Olmama Değerleri (Uygulama 2)

Adım 4: Kurduğumuz algorithmada Tip V doğrusal ölçüt türü kullanılmıştır. Tip V doğrusal ölçüt türünde $d_j(x, y)$ sapmalarını hesaplamak için (2.9) denkleminde yararlanılmıştır. Bu ölçüt türünde q bir farksızlık eşiği ve p bir katı tercih eşiği olmak üzere, q, p parametrelerini belirlemek gerekmektedir. Eşik değerleri hesaplanırken sınavlarda yapılabilecek en düşük ile en yüksek net hesaba katılırken, ölçeklerde de verilen cevaba göre alınabilecek en düşük puanla en yüksek puan hesaba katılmıştır. Bunlar göz önünde bulundurularak kriterlerin her biri için belirlemiş olduğumuz eşik değerleri Tablo 15’te belirtilmiştir:

Kriterler	Eşik Değerleri
$\tilde{K}_1$	$q = 0, p = 20$
$\tilde{K}_2$	$q = 0, p = 10$
$\tilde{K}_3$	$q = 0, p = 10$
$\tilde{K}_4$	$q = 0, p = 10$
$\tilde{K}_5$	$q = 0, p = 20$
$\tilde{K}_6$	$q = 0, p = 20$
$\tilde{K}_7$	$q = 1, p = 5$
$\tilde{K}_8$	$q = 1, p = 4$
$\tilde{K}_9$	$q = 1, p = 5$
$\tilde{K}_{10}$	$q = 1, p = 5$
$\tilde{K}_{11}$	$q = 1, p = 5$
$\tilde{K}_{12}$	$q = 1, p = 5$
$\tilde{K}_{13}$	$q = 1, p = 5$
$\tilde{K}_{14}$	$q = 1, p = 5$

Tablo 15: Kriterlerin Eşik Değerleri (Uygulama 2)

Adım 5: Tablo 15’te belirtilen ölçüt türü ve eşik değerlerine göre $U^{(j)} (j = 1, 2, \dots, m)$ tercih matrisini oluşturulurken; c_j kriterine göre x_i ve x_k alternatifleri arasındaki μ_{ik} tercihleri için (2.9) ve (2.8) denklemlerinden yararlanılır. Temel formatı 2.11 şeklinde olan tercih matrisi algoritmamızdaki verilere göre her bir kriter için ayrı ayrı oluşturulmuştur.

Adım 6: Her bir kriter için $R^{(j)} = (r_{ik}^{(j)})_{n \times n}$ sezgisel bulanık tercih ilişkisi $\nu_{ik} = \mu_{ki}$ ve $\nu_{ki} = \mu_{ik}$ denklemlerinden yararlanılarak oluşturulur.

Adım 7: Bütün kriterler için $R = (r_{ik})_{n \times n}$ genel sezgisel bulanık tercih matris ilişkisi (2.15) denklemini yardımıyla oluşturulur. Her bir kriter için oluşturulan $U^{(j)}$ tercih matrisleri ve $R = (r_{ik})_{n \times n}$ genel sezgisel bulanık tercih matrisinin üye olma değerleri şu şekildedir:

$U^1 =$

-	0,2	0	0,667	0,267	0,167	0,667	0,6	0,733	0,75	0,8	0,86	7	0,333	0,4	0,6	0,667	0,017	0,3	0,733	0,733	0,55	0,8	0,8	0,4	0,667	0,15	0,667	0,733	0,617	0,5
0	-	0	0,467	0,067	0	0,467	0,4	0,533	0,55	0,6	0,667	0,133	0,2	0,4	0,467	0	0,1	0,533	0,533	0,35	0,6	0,6	0,2	0,467	0	0,467	0,533	0,417	0,3	
0,117	0,317	-	0,784	0,384	0,284	0,784	0,717	0,85	0,867	0,917	0,984	0,45	0,517	0,717	0,784	0,134	0,417	0,85	0,85	0,667	0,917	0,917	0,517	0,784	0,267	0,784	0,85	0,734	0,617	
0	0	0	-	0	0	0	0	0,067	0,084	0,134	0,2	0	0	0	0	0	0	0,067	0,067	0	0,134	0,134	0	0	0	0	0,067	0	0	
0	0	0	0,4	-	0	0,4	0,334	0,467	0,484	0,534	0,6	0,067	0,134	0,334	0,4	0	0,034	0,467	0,467	0,284	0,534	0,534	0,134	0,4	0	0,4	0,467	0,35	0,234	
0	0,034	0	0,5	0,1	-	0,5	0,434	0,567	0,584	0,634	0,7	0,167	0,234	0,434	0,5	0	0,134	0,567	0,567	0,384	0,634	0,634	0,234	0,5	0	0,5	0,567	0,45	0,334	
0	0	0	0	0	0	-	0	0,067	0,084	0,134	0,2	0	0	0	0	0	0	0,067	0,067	0	0,134	0,134	0	0	0	0	0,067	0	0	
0	0	0	0,067	0	0	0,067	-	0,133	0,15	0,2	0,267	0	0	0	0,067	0	0	0,133	0,133	0	0,2	0,2	0	0,067	0	0,067	0,133	0,017	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,017	0,067	0,134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,05	0,117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,334	0	0	0,334	0,267	0,4	0,417	0,467	0,534	-	0,067	0,267	0,334	0	0	0,4	0,4	0,217	0,467	0,467	0,067	0,334	0	0,334	0,4	0,284	0,167	
0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,2	0,333	0,35	0,4	0,467	0	-	0,2	0,267	0	0	0,333	0,333	0,15	0,4	0,4	0	0,267	0	0,267	0,333	0,217	0,1	
0	0	0	0,067	0	0	0,067	0	0,133	0,15	0,2	0,267	0	0	-	0,067	0	0	0,133	0,133	0	0,2	0,2	0	0,067	0	0,067	0,133	0,017	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0,084	0,134	0,2	0	0	0	-	0	0	0,067	0,067	0	0,134	0,134	0	0	0	0	0,067	0	0	
0	0,184	0	0,65	0,25	0,15	0,65	0,584	0,717	0,734	0,784	0,85	0,317	0,384	0,584	0,65	-	0,284	0,717	0,717	0,534	0,784	0,784	0,384	0,65	0,133	0,65	0,717	0,6	0,484	
0	0	0	0,367	0	0	0,367	0,3	0,433	0,45	0,5	0,567	0,033	0,1	0,3	0,367	0	-	0,433	0,433	0,25	0,5	0,5	0,1	0,367	0	0,367	0,433	0,317	0,2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017	0,067	0,134	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0,067	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017	0,067	0,134	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,067	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,117	0	0	0,117	0,05	0,183	0,2	0,25	0,317	0	0	0,05	0,117	0	0	0,183	0,183	-	0,25	0,25	0	0,117	0	0,117	0,183	0,067	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,2	0,333	0,35	0,4	0,467	0	0	0,2	0,267	0	0	0,333	0,333	0,15	0,4	0,4	-	0,267	0	0,267	0,333	0,217	0,1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0,084	0,134	0,2	0	0	0	0	0	0	0,067	0,067	0	0,134	0,134	0	-	0	0	0,067	0	0	
0	0,05	0	0,517	0,117	0,017	0,517	0,45	0,583	0,6	0,65	0,717	0,183	0,25	0,45	0,517	0	0,15	0,583	0,583	0,4	0,65	0,65	0,25	0,517	-	0,517	0,583	0,467	0,35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0,084	0,134	0,2	0	0	0	0	0	0	0,067	0,067	0	0,134	0,134	0	0	0	-	0,067	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017	0,067	0,134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0,067	0	0	0	0	0	-	0	0
0	0	0	0,05	0	0	0,05	0	0,117	0,134	0,184	0,25	0	0	0	0,05	0	0	0,117	0,117	0	0,184	0,184	0	0,05	0	0,05	0,117	-	0	
0	0	0	0,167	0	0	0,167	0,1	0,233	0,25	0,3	0,367	0	0	0,1	0,167	0	0	0,233	0,233	0,05	0,3	0,3	0	0,167	0	0,167	0,233	0,117	-	

$U^2 =$

-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0
0,5	-	0	0,267	0	0,367	0,367	0,367	0,5	0,234	0,634	0,634	0,234	0,5	0,1	0,634	0,134	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,634	0,367	0	0	0,367	0,367	0,1	0
0,7	0,2	-	0,467	0,167	0,567	0,567	0,567	0,7	0,434	0,834	0,834	0,434	0,7	0,3	0,834	0,334	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,834	0,567	0,167	0,2	0,567	0,567	0,3	0
0,233	0	0	-	0	0,1	0,1	0,1	0,233	0	0,367	0,367	0	0,233	0	0,367	0	0,133	0,233	0,233	0,233	0,233	0,367	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0
0,533	0,033	0	0,3	-	0,4	0,4	0,4	0,533	0,267	0,667	0,667	0,267	0,533	0,133	0,667	0,167	0,433	0,533	0,533	0,533	0,533	0,667	0,4	0	0,033	0,4	0,4	0,133	0
0,133	0	0	0	0	-	0	0	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133	0	0,267	0	0,033	0,133	0,133	0,133	0,133	0,267	0	0	0	0	0	0	0
0,133	0	0	0	0	0	-	0	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133	0	0,267	0	0,033	0,133	0,133	0,133	0,133	0,267	0	0	0	0	0	0	0
0,133	0	0	0	0	0	0	-	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133	0	0,267	0	0,033	0,133	0,133	0,133	0,133	0,267	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,134	0,134	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0
0,266	0	0	0,033	0	0,133	0,133	0,133	0,266	-	0,4	0,4	0	0,266	0	0,4	0	0,166	0,266	0,266	0,266	0,266	0,4	0,133	0	0	0,133	0,133	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,266	0	0	0,033	0	0,133	0,133	0,133	0,266	0	0,4	0,4	-	0,266	0	0,4	0	0,166	0,266	0,266	0,266	0,266	0,4	0,133	0	0	0,133	0,133	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	-	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0
0,4	0	0	0,167	0	0,267	0,267	0,267	0,4	0,134	0,534	0,534	0,134	0,4	-	0,534	0,034	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,534	0,267	0	0	0,267	0,267	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,366	0	0	0,133	0	0,233	0,233	0,233	0,366	0,1	0,5	0,5	0,1	0,366	0	0,5	-	0,266	0,366	0,366	0,366	0,366	0,5	0,233	0	0	0,233	0,233	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,234	0,234	0	0,1	0	0,234	0	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,234	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0	0	0,134	0	0	-	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0	0	0,134	0	0	0	-	0	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0	0	0,134	0	0	0	0	-	0	0,134	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0	-	0,134	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0,133	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133	0	0,267	0	0,033	0,133	0,133	0,133	0,133	0,267	-	0	0	0	0	0	0
0,533	0,033	0	0,3	0	0,4	0,4	0,4	0,533	0,267	0,667	0,667	0,267	0,533	0,133	0,667	0,167	0,433	0,533	0,533	0,533	0,533	0,667	0,4	-	0,033	0,4	0,4	0,133	0
0,5	0	0	0,267	0	0,367	0,367	0,367	0,5	0,234	0,634	0,634	0,234	0,5	0,1	0,634	0,134	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,634	0,367	0	-	0,367	0,367	0,1	0
0,133	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133	0	0,267	0	0,033	0,133	0,133	0,133	0,133	0,267	0	0	0	-	0	0	0
0,133	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133	0	0,267	0	0,033	0,133	0,133	0,133	0,133	0,267	0	0	0	0	-	0	0
0,4	0	0	0,167	0	0,267	0,267	0,267	0,4	0,134	0,534	0,534	0,134	0,4	0	0,534	0,034	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,534	0,267	0	0	0,267	0,267	-	0
0,733	0,233	0,033	0,5	0,2	0,6	0,6	0,6	0,733	0,467	0,867	0,867	0,467	0,733	0,333	0,867	0,367	0,633	0,733	0,733	0,733	0,733	0,867	0,6	0,2	0,233	0,6	0,6	0,333	-

$U^3 =$

-	0,2	0	0,066	0	0,166	0,033	0,033	0,166	0,166	0,3	0,3	0,166	0,433	0,433	0,3	0,033	0	0,166	0,433	0,033	0,166	0,433	0,3	0,166	0,033	0,3	0,3	0	0,166
0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0,233	0,233	0,1	0	0	0	0,233	0	0	0,233	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0
0,034	0,234	-	0,1	0	0,2	0,067	0,067	0,2	0,2	0,334	0,334	0,2	0,467	0,467	0,334	0,067	0,034	0,2	0,467	0,067	0,2	0,467	0,334	0,2	0,067	0,334	0,334	0	0,2
0	0,134	0	-	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0,234	0,234	0,1	0,367	0,367	0,234	0	0	0,1	0,367	0	0,1	0,367	0,234	0,1	0	0,234	0,234	0	0,1
0,1	0,3	0,066	0,166	-	0,266	0,133	0,133	0,266	0,266	0,4	0,4	0,266	0,533	0,533	0,4	0,133	0,1	0,266	0,533	0,133	0,266	0,533	0,4	0,266	0,133	0,4	0,4	0	0,266
0	0,034	0	0	0	-	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0,267	0,267	0,134	0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,134	0	0	0,134	0,134	0	0
0	0,167	0	0,033	0	0,133	-	0	0,133	0,133	0,267	0,267	0,133	0,4	0,4	0,267	0	0	0,133	0,4	0	0,133	0,4	0,267	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133
0	0,167	0	0,033	0	0,133	0	-	0,133	0,133	0,267	0,267	0,133	0,4	0,4	0,267	0	0	0,133	0,4	0	0,133	0,4	0,267	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133
0	0,034	0	0	0	0	0	0	-	0	0,134	0,134	0	0,267	0,267	0,134	0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,134	0	0	0,134	0,134	0	0
0	0,034	0	0	0	0	0	0	0	-	0,134	0,134	0	0,267	0,267	0,134	0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,134	0	0	0,134	0,134	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0,133	0,133	0	0	0	0	0,133	0	0	0,133	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,133	0,133	0	0	0	0	0,133	0	0	0,133	0	0	0	0	0	0	0
0	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	-	0,267	0,267	0,134	0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,134	0	0	0,134	0,134	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0,133	-	0	0	0	0,133	0	0	0,133	0	0	0	0	0	0	0
0	0,167	0	0,033	0	0,133	0	0	0,133	0,133	0,267	0,267	0,133	0,4	0,4	0,267	-	0	0,133	0,4	0	0,133	0,4	0,267	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133
0	0,2	0	0,066	0	0,166	0,033	0,033	0,166	0,166	0,3	0,3	0,166	0,433	0,433	0,3	0,033	-	0,166	0,433	0,033	0,166	0,433	0,3	0,166	0,033	0,3	0,3	0	0,166
0	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0,267	0,267	0,134	0	0	-	0,267	0	0	0,267	0,134	0	0	0,134	0,134	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,167	0	0,033	0	0,133	0	0	0,133	0,133	0,267	0,267	0,133	0,4	0,4	0,267	0	0	0,133	0,4	-	0,133	0,4	0,267	0,133	0	0,267	0,267	0	0,133
0	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0,267	0,267	0,134	0	0	0	0,267	0	-	0,267	0,134	0	0	0,134	0,134	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0,133	0	0	0	0	0,133	0	0	0,133	-	0	0	0	0	0	0
0	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0,267	0,267	0,134	0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,134	-	0	0,134	0,134	0	0
0	0,167	0	0,033	0	0,133	0	0	0,133	0,133	0,267	0,267	0,133	0,4	0,4	0,267	0	0	0,133	0,4	0	0,133	0,4	0,267	0,133	-	0,267	0,267	0	0,133
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0,133	0	0	0	0	0,133	0	0	0,133	0	0	0	-	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0,133	0	0	0	0	0,133	0	0	0,133	0	0	0	0	-	0	0
0,1	0,3	0,066	0,166	0	0,266	0,133	0,133	0,266	0,266	0,4	0,4	0,266	0,533	0,533	0,4	0,133	0,1	0,266	0,533	0,133	0,266	0,533	0,4	0,266	0,133	0,4	0,4	-	0,266
0	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0,134	0	0,267	0,267	0,134	0	0	0	0,267	0	0	0,267	0,134	0	0	0,134	0,134	0	-

$U^4 =$

-	0,433	0	0,133	0	0,333	0,333	0,867	0,133	0,733	0,267	0,467	0,467	0,867	0,467	0,6	0,667	0,133	1	1	0,467	1	0,467	0,467	0,333	0,367	0,6	1	0	0
0	-	0	0	0	0	0	0,434	0	0,3	0	0,034	0,034	0,434	0,034	0,167	0,234	0	0,567	0,567	0,034	0,567	0,034	0,034	0	0	0,167	0,567	0	0
0	0,433	-	0,133	0	0,333	0,333	0,867	0,133	0,733	0,267	0,467	0,467	0,867	0,467	0,6	0,667	0,133	1	1	0,467	1	0,467	0,467	0,333	0,367	0,6	1	0	0
0	0,3	0	-	0	0,2	0,2	0,734	0	0,6	0,134	0,334	0,334	0,734	0,334	0,467	0,534	0	0,867	0,867	0,334	0,867	0,334	0,334	0,2	0,234	0,467	0,867	0	0
0	0,433	0	0,133	-	0,333	0,333	0,867	0,133	0,733	0,267	0,467	0,467	0,867	0,467	0,6	0,667	0,133	1	1	0,467	1	0,467	0,467	0,333	0,367	0,6	1	0	0
0	0,1	0	0	0	-	0	0,534	0	0,4	0	0,134	0,134	0,534	0,134	0,267	0,334	0	0,667	0,667	0,134	0,667	0,134	0,134	0	0,034	0,267	0,667	0	0
0	0,1	0	0	0	0	-	0,534	0	0,4	0	0,134	0,134	0,534	0,134	0,267	0,334	0	0,667	0,667	0,134	0,667	0,134	0,134	0	0,034	0,267	0,667	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0,133	0	0,133	0	0	0	0	0	0,133	0	0
0	0,3	0	0	0	0,2	0,2	0,734	-	0,6	0,134	0,334	0,334	0,734	0,334	0,467	0,534	0	0,867	0,867	0,334	0,867	0,334	0,334	0,2	0,234	0,467	0,867	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,134	0	-	0	0	0	0,134	0	0	0	0	0,267	0,267	0	0,267	0	0	0	0	0	0,267	0	0
0	0,166	0	0	0	0,066	0,066	0,6	0	0,466	-	0,2	0,2	0,6	0,2	0,333	0,4	0	0,733	0,733	0,2	0,733	0,2	0,2	0,066	0,1	0,333	0,733	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,266	0	-	0	0,4	0	0,133	0,2	0	0,533	0,533	0	0,533	0	0	0	0	0,133	0,533	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,266	0	0	-	0,4	0	0,133	0,2	0	0,533	0,533	0	0,533	0	0	0	0	0,133	0,533	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0,133	0,133	0	0,133	0	0	0	0	0	0,133	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,266	0	0	0	0,4	-	0,133	0,2	0	0,533	0,533	0	0,533	0	0	0	0	0,133	0,533	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,267	0	0,133	0	0	0	0,267	0	-	0,067	0	0,4	0,4	0	0,4	0	0	0	0	0	0,4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,066	0	0	0	0,2	0	0	-	0	0,333	0,333	0	0,333	0	0	0	0	0	0,333	0	0
0	0,3	0	0	0	0,2	0,2	0,734	0	0,6	0,134	0,334	0,334	0,734	0,334	0,467	0,534	-	0,867	0,867	0,334	0,867	0,334	0,334	0,2	0,234	0,467	0,867	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,266	0	0	0	0,4	0	0,133	0,2	0	0,533	0,533	-	0,533	0	0	0	0	0,133	0,533	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,266	0	0	0	0,4	0	0,133	0,2	0	0,533	0,533	0	0,533	-	0	0	0	0,133	0,533	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,266	0	0	0	0,4	0	0,133	0,2	0	0,533	0,533	0	0,533	0	-	0	0	0,133	0,533	0	0
0	0,1	0	0	0	0	0	0,534	0	0,4	0	0,134	0,134	0,534	0,134	0,267	0,334	0	0,667	0,667	0,134	0,667	0,134	0,134	-	0,034	0,267	0,667	0	0
0	0,066	0	0	0	0	0	0,5	0	0,366	0	0,1	0,1	0,5	0,1	0,233	0,3	0	0,633	0,633	0,1	0,633	0,1	0,1	0	-	0,233	0,633	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,267	0	0,133	0	0	0	0,267	0	0	0,067	0	0,4	0,4	0	0,4	0	0	0	0	-	0,4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
0	0,433	0	0,133	0	0,333	0,333	0,867	0,133	0,733	0,267	0,467	0,467	0,867	0,467	0,6	0,667	0,133	1	1	0,467	1	0,467	0,467	0,333	0,367	0,6	1	-	0
0	0,433	0	0,133	0	0,333	0,333	0,867	0,133	0,733	0,267	0,467	0,467	0,867	0,467	0,6	0,667	0,133	1	1	0,467	1	0,467	0,467	0,333	0,367	0,6	1	0	-

$U^5 =$

-	0,05	0,0335	0,3165	0	0,0335	0	0,5335	0,0665	0,2665	0,5335	0,3835	0,1665	0,0165	0,1	0,4	0,0335	0,1165	0,3	0,4165	0,1	0,5	0,4	0,4835	0,5665	0	0,3665	0,2835	0	0,05
0	-	0	0,2665	0	0	0	0,4835	0,0165	0,2165	0,4835	0,3335	0,1165	0	0,05	0,35	0	0,0665	0,25	0,3665	0,05	0,45	0,35	0,4335	0,5165	0	0,3165	0,2335	0	0
0	0,0165	-	0,283	0	0	0	0,5	0,033	0,233	0,5	0,35	0,133	0	0,0665	0,3665	0	0,083	0,2665	0,383	0,0665	0,4665	0,3665	0,45	0,533	0	0,333	0,25	0	0,0165
0	0	0	-	0	0	0	0,217	0	0	0,217	0,067	0	0	0	0,0835	0	0	0	0,1	0	0,1835	0,0835	0,167	0,25	0	0,05	0	0	0
0	0,05	0,0335	0,3165	-	0,0335	0	0,5335	0,0665	0,2665	0,5335	0,3835	0,1665	0,0165	0,1	0,4	0,0335	0,1165	0,3	0,4165	0,1	0,5	0,4	0,4835	0,5665	0	0,3665	0,2835	0	0,05
0	0,0165	0	0,283	0	-	0	0,5	0,033	0,233	0,5	0,35	0,133	0	0,0665	0,3665	0	0,083	0,2665	0,383	0,0665	0,4665	0,3665	0,45	0,533	0	0,333	0,25	0	0,0165
0	0,05	0,0335	0,3165	0	0,0335	-	0,5335	0,0665	0,2665	0,5335	0,3835	0,1665	0,0165	0,1	0,4	0,0335	0,1165	0,3	0,4165	0,1	0,5	0,4	0,4835	0,5665	0	0,3665	0,2835	0	0,05
0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,033	0	0	0	0	0
0	0	0	0,25	0	0	0	0,467	-	0,2	0,467	0,317	0,1	0	0,0335	0,3335	0	0,05	0,2335	0,35	0,0335	0,4335	0,3335	0,417	0,5	0	0,3	0,217	0	0
0	0	0	0,05	0	0	0	0,267	0	-	0,267	0,117	0	0	0	0,1335	0	0	0,0335	0,15	0	0,2335	0,1335	0,217	0,3	0	0,1	0,017	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,033	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0,15	-	0	0	0	0,0165	0	0	0	0,033	0	0,1165	0,0165	0,1	0,183	0	0	0	0	0
0	0	0	0,15	0	0	0	0,367	0	0,1	0,367	0,217	-	0	0	0,2335	0	0	0,1335	0,25	0	0,3335	0,2335	0,317	0,4	0	0,2	0,117	0	0
0	0,0335	0,017	0,3	0	0,017	0	0,517	0,05	0,25	0,517	0,367	0,15	-	0,0835	0,3835	0,017	0,1	0,2835	0,4	0,0835	0,4835	0,3835	0,467	0,55	0	0,35	0,267	0	0,0335
0	0	0	0,2165	0	0	0	0,4335	0	0,1665	0,4335	0,2835	0,0665	0	-	0,3	0	0,0165	0,2	0,3165	0	0,4	0,3	0,3835	0,4665	0	0,2665	0,1835	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,1335	0	0	0,1335	0	0	0	0	-	0	0	0	0,0165	0	0,1	0	0,0835	0,1665	0	0	0	0	0
0	0,0165	0	0,283	0	0	0	0,5	0,033	0,233	0,5	0,35	0,133	0	0,0665	0,3665	-	0,083	0,2665	0,383	0,0665	0,4665	0,3665	0,45	0,533	0	0,333	0,25	0	0,0165
0	0	0	0,2	0	0	0	0,417	0	0,15	0,417	0,267	0,05	0	0	0,2835	0	-	0,1835	0,3	0	0,3835	0,2835	0,367	0,45	0	0,25	0,167	0	0
0	0	0	0,0165	0	0	0	0,2335	0	0	0,2335	0,0835	0	0	0	0,1	0	0	-	0,1165	0	0,2	0,1	0,1835	0,2665	0	0,0665	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,117	0	0	0,117	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,0835	0	0,067	0,15	0	0	0	0	0
0	0	0	0,2165	0	0	0	0,4335	0	0,1665	0,4335	0,2835	0,0665	0	0	0,3	0	0,0165	0,2	0,3165	-	0,4	0,3	0,3835	0,4665	0	0,2665	0,1835	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,0335	0	0	0,0335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0,0665	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,1335	0	0	0,1335	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0165	0	0,1	-	0,0835	0,1665	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0165	0	-	0,083	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
0	0,05	0,0335	0,3165	0	0,0335	0	0,5335	0,0665	0,2665	0,5335	0,3835	0,1665	0,0165	0,1	0,4	0,0335	0,1165	0,3	0,4165	0,1	0,5	0,4	0,4835	0,5665	-	0,3665	0,2835	0	0,05
0	0	0	0	0	0	0	0,167	0	0	0,167	0,017	0	0	0	0,0335	0	0	0	0,05	0	0,1335	0,0335	0,117	0,2	0	-	0	0	0
0	0	0	0,033	0	0	0	0,25	0	0	0,25	0,1	0	0	0	0,1165	0	0	0,0165	0,133	0	0,2165	0,1165	0,2	0,283	0	0,083	-	0	0
0	0,05	0,0335	0,3165	0	0,0335	0	0,5335	0,0665	0,2665	0,5335	0,3835	0,1665	0,0165	0,1	0,4	0,0335	0,1165	0,3	0,4165	0,1	0,5	0,4	0,4835	0,5665	0	0,3665	0,2835	-	0,05
0	0	0	0,2665	0	0	0	0,4835	0,0165	0,2165	0,4835	0,3335	0,1165	0	0,05	0,35	0	0,0665	0,25	0,3665	0,05	0,45	0,35	0,4335	0,5165	0	0,3165	0,2335	0	-

$U^6 =$

-	0	0	0,1165	0	0	0,0335	0,3665	0,5665	0,4335	0,4335	0,6335	0,1335	0,1835	0,2335	0,3665	0	0,2165	0,5835	0,6335	0,0835	0,6335	0,4665	0,1665	0,5665	0	0,4335	0,3835	0,0335	0
0,1165	-	0	0,233	0	0	0,15	0,483	0,683	0,55	0,55	0,75	0,25	0,3	0,35	0,483	0	0,333	0,7	0,75	0,2	0,75	0,583	0,283	0,683	0,0165	0,55	0,5	0,15	0
0,2	0,0835	-	0,3165	0	0,0835	0,2335	0,5665	0,7665	0,6335	0,6335	0,8335	0,3335	0,3835	0,4335	0,5665	0,0665	0,4165	0,7835	0,8335	0,2835	0,8335	0,6665	0,3665	0,7665	0,1	0,6335	0,5835	0,2335	0
0	0	0	-	0	0	0	0,25	0,45	0,317	0,317	0,517	0,017	0,067	0,117	0,25	0	0,1	0,467	0,517	0	0,517	0,35	0,05	0,45	0	0,317	0,267	0	0
0,3	0,1835	0,1	0,4165	-	0,1835	0,3335	0,6665	0,8665	0,7335	0,7335	0,9335	0,4335	0,4835	0,5335	0,6665	0,1665	0,5165	0,8835	0,9335	0,3835	0,9335	0,7665	0,4665	0,8665	0,2	0,7335	0,6835	0,3335	0,0165
0,1165	0	0	0,233	0	-	0,15	0,483	0,683	0,55	0,55	0,75	0,25	0,3	0,35	0,483	0	0,333	0,7	0,75	0,2	0,75	0,583	0,283	0,683	0,0165	0,55	0,5	0,15	0
0	0	0	0,083	0	0	-	0,333	0,533	0,4	0,4	0,6	0,1	0,15	0,2	0,333	0	0,183	0,55	0,6	0,05	0,6	0,433	0,133	0,533	0	0,4	0,35	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-	0,2	0,067	0,067	0,267	0	0	0	0	0	0	0,217	0,267	0	0,267	0,1	0	0,2	0	0,067	0,017	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0,017	0,067	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	-	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,15	0,2	0	0,2	0,033	0	0,133	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0	-	0,2	0	0	0	0	0	0	0,15	0,2	0	0,2	0,033	0	0,133	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,233	0,433	0,3	0,3	0,5	-	0,05	0,1	0,233	0	0,083	0,45	0,5	0	0,5	0,333	0,033	0,433	0	0,3	0,25	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,183	0,383	0,25	0,25	0,45	0	-	0,05	0,183	0	0,033	0,4	0,45	0	0,45	0,283	0	0,383	0	0,25	0,2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,133	0,333	0,2	0,2	0,4	0	0	-	0,133	0	0	0,35	0,4	0	0,4	0,233	0	0,333	0	0,2	0,15	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,067	0,067	0,267	0	0	0	-	0	0	0,217	0,267	0	0,267	0,1	0	0,2	0	0,067	0,017	0	0
0,1335	0,017	0	0,25	0	0,017	0,167	0,5	0,7	0,567	0,567	0,767	0,267	0,317	0,367	0,5	-	0,35	0,717	0,767	0,217	0,767	0,6	0,3	0,7	0,0335	0,567	0,517	0,167	0
0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,35	0,217	0,217	0,417	0	0	0,017	0,15	0	-	0,367	0,417	0	0,417	0,25	0	0,35	0	0,217	0,167	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	-	0,05	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,033	0	0	0	0,283	0,483	0,35	0,35	0,55	0,05	0,1	0,15	0,283	0	0,133	0,5	0,55	-	0,55	0,383	0,083	0,483	0	0,35	0,3	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,167	0	0	0	0	0	0	0,117	0,167	0	0,167	-	0	0,1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,4	0,267	0,267	0,467	0	0,017	0,067	0,2	0	0,05	0,417	0,467	0	0,467	0,3	-	0,4	0	0,267	0,217	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0,017	0,067	0	0,067	0	0	-	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0,2165	0	0	0,1335	0,4665	0,6665	0,5335	0,5335	0,7335	0,2335	0,2835	0,3335	0,4665	0	0,3165	0,6835	0,7335	0,1835	0,7335	0,5665	0,2665	0,6665	-	0,5335	0,4835	0,1335	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,133	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,15	0,2	0	0,2	0,033	0	0,133	0	-	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0,183	0,05	0,05	0,25	0	0	0	0	0	0	0,2	0,25	0	0,25	0,083	0	0,183	0	0,05	-	0	0
0	0	0	0,083	0	0	0	0,333	0,533	0,4	0,4	0,6	0,1	0,15	0,2	0,333	0	0,183	0,55	0,6	0,05	0,6	0,433	0,133	0,533	0	0,4	0,35	-	0
0,2835	0,167	0,0835	0,4	0	0,167	0,317	0,65	0,85	0,717	0,717	0,917	0,417	0,467	0,517	0,65	0,15	0,5	0,867	0,917	0,367	0,917	0,75	0,45	0,85	0,1835	0,717	0,667	0,317	-

$U^7 =$

-	0	0,1525 0	0,1075 0,045 0	0,125 0,1525 0	0,0275 0,17 0,1875 0	0 0 0 0	0,215 0	0,16 0,2225 0,035 0,0275 0,1875 0	0,125 0 0	0,1525 0
0	-	0,2675 0	0,2225 0,16 0	0,24 0,2675 0	0,1425 0,285 0,3025 0,1075 0,07 0	0 0	0,33 0,0175 0,275 0,3375 0,15 0,1425 0,3025 0,1075 0,24 0,035 0	0,2675 0		
0	0	- 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0,2325 -	0,1875 0,125 0	0,205 0,2325 0	0,1075 0,25 0,2675 0,0725 0,035 0	0 0	0,295 0 0,24 0,3025 0,115 0,1075 0,2675 0,0725 0,205 0	0 0,2325 0		
0	0	0 0	- 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 - 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0,045 0	0 0 -	0,0175 0,045 0	0 0,0625 0,08 0 0 0 0	0,1075 0	0,0525 0,115 0 0 0,08 0 0,0175 0	0 0,045 0		
0	0	0 0	0 0 0	- 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 - 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0,0275 0	0 0 0	0 0,0275 -	0 0,045 0,0625 0	0 0 0	0,09 0 0,035 0,0975 0	0 0,0625 0 0 0	0,0275 0	
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	- 0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 - 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 - 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 - 0 0	0,01 0	0 0,0175 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0,0625 0	0,0175 0 0	0,035 0,0625 0	0 0,08 0,0975 0	0 - 0	0,125 0 0,07 0,1325 0	0 0,0975 0 0,035 0	0,0625 0	
0	0	0,285 0	0,24 0,1775 0	0,2575 0,285 0,0075 0,16	0,3025 0,32 0,125 0,0875 0	-	0,3475 0,035 0,2925 0,355 0,1675 0,16	0,32 0,125 0,2575 0,0525 0	0,285 0	
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 - 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0,0175 0,035 0	0 0 0	0,0625 - 0,0075 0,07 0	0,035 0 0 0 0 0	0 0	
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 - 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 - 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 - 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 - 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 - 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0		
0	0	0,0725 0	0,0275 0 0	0,045 0,0725 0	0 0,09 0,1075 0	0 0 0	0,135 0 0,08 0,1425 0	0 0,1075 0 0,045 0 -	0,0725 0	
0	0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 - 0		
0	0	0,09 0	0,045 0 0	0,0625 0,09 0	0 0,1075 0,125 0	0 0 0	0,1525 0 0,0975 0,16 0	0 0,125 0 0,0625 0	0,09 -	

$U^8 =$

-	0	0,166666667	0	0	0	0	0,243333333	0	0,21	0	0	0,233333333	0	0,01	0	0	0	0	0,233333333	0	0	0	0,133333333	0,3	0,166666667	0	0,176666667	0
0	-	0	0	0	0	0	0,053333333	0	0,02	0	0	0,043333333	0	0	0	0	0	0	0,043333333	0	0	0	0	0,11	0	0	0	0
0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,043333333	0	-	0	0	0,12	0	0,086666667	0	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0,11	0	0	0	0,01	0,176666667	0,043333333	0	0,053333333	0
0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,123333333	0	0	0	0	0,2	-	0,166666667	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0,09	0,256666667	0,123333333	0	0,133333333	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,123333333	0	0	0	0	0,2	0	0,166666667	0	-	0,19	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0,09	0,256666667	0,123333333	0	0,133333333	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,033333333	0	0	0	0	0,023333333	-	0	0	0	0	0	0,023333333	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,023333333	0	0	0	0	0,1	0	0,066666667	0	0	0,09	0	0	-	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0,156666667	0,023333333	0	0,033333333	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0,056666667	0	0	0	0	0,133333333	0	0,1	0	0	0,123333333	0	0	0	-	0	0	0,123333333	0	0	0	0,023333333	0,19	0,056666667	0	0,066666667	0
0	0	0,11	0	0	0	0	0,186666667	0	0,153333333	0	0	0,176666667	0	0	0	0	-	0	0,176666667	0	0	0	0,076666667	0,243333333	0,11	0	0,12	0
0	0	0,166666667	0	0	0	0	0,243333333	0	0,21	0	0	0,233333333	0	0,01	0	0	0	-	0,233333333	0	0	0	0,133333333	0,3	0,166666667	0	0,176666667	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,053333333	0	0,02	0	0	0,043333333	0	0	0	0	0	0	0,043333333	0	-	0	0	0,11	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
0	0	0,066666667	0	0	0	0	0,143333333	0	0,11	0	0	0,133333333	0	0	0	0	0	0	0,133333333	0	0	0	0,033333333	0,2	0,066666667	0	0,076666667	-

[illegible]

$U^{10} =$

-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
0,085	0,03	0,085	0,1675	0,14	0,1575	0,14	0,03	0,1025	0,085	0	-	0,1225	0,075	0,03	0,1775	0,13	0,0925	0	0,1675	0,085	0,1875	0,2225	0,0375	0,1225	0,13	0,13	0	0,065	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0,01	0	0,03	0,065	0	0	0	0	0	0	0	-

$U^{11} =$

-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0,0175	0	0,0175	0	0	0	0	0	0,05	-	0	0,0075	0,0675	0	0	0	0,0425	0,032	0	0,0325	0,025	0,085	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

[illegible]

[illegible]

[illegible]

R =

-	0,356	0,056	0,809	0,278	0,297	0,707	0,91	0,902	0,919	0,956	0,977	0,608	0,663	0,783	0,904	0,214	0,545	0,944	0,963	0,686	0,974	0,951	0,795	0,945	0,258	0,907	0,918	0,641	0,545
0,227	-	0,048	0,72	0,096	0,112	0,588	0,875	0,878	0,862	0,926	0,957	0,487	0,595	0,667	0,859	0,09	0,519	0,921	0,949	0,594	0,959	0,917	0,727	0,919	0,051	0,862	0,864	0,535	0,3
0,422	0,509	-	0,912	0,42	0,509	0,872	0,959	0,974	0,974	0,989	0,999	0,764	0,831	0,892	0,963	0,393	0,746	0,986	0,992	0,841	0,996	0,989	0,883	0,98	0,446	0,965	0,972	0,813	0,642
0,058	0,106	0,033	-	0,027	0,113	0,074	0,546	0,544	0,481	0,623	0,728	0,155	0,356	0,269	0,481	0,134	0,167	0,642	0,737	0,174	0,758	0,616	0,359	0,622	0,086	0,474	0,508	0,033	0,025
0,408	0,365	0,145	0,795	-	0,392	0,681	0,929	0,948	0,928	0,959	0,989	0,661	0,741	0,793	0,923	0,378	0,653	0,974	0,988	0,706	0,991	0,958	0,829	0,97	0,305	0,93	0,927	0,581	0,332
0,146	0,081	0	0,726	0,1	-	0,575	0,873	0,872	0,871	0,926	0,958	0,476	0,581	0,689	0,862	0,084	0,474	0,923	0,949	0,569	0,96	0,919	0,718	0,926	0,025	0,865	0,869	0,532	0,345
0,033	0,112	0,04	0,378	0	0,066	-	0,731	0,622	0,649	0,789	0,836	0,307	0,369	0,374	0,675	0,114	0,295	0,771	0,843	0,214	0,865	0,761	0,601	0,804	0,011	0,669	0,662	0,006	0,082
0,033	0,042	0	0,074	0	0,033	0,067	-	0,352	0,233	0,349	0,532	0,033	0,129	0,1	0,187	0	0,008	0,387	0,466	0,033	0,47	0,395	0,067	0,302	0	0,187	0,231	0,017	0,033
0	0,083	0,001	0,252	0	0,05	0,05	0,566	-	0,333	0,551	0,528	0,177	0,238	0,173	0,45	0,134	0,05	0,409	0,557	0,116	0,614	0,486	0,484	0,526	0,061	0,403	0,407	0,001	0,009
0,067	0,009	0,011	0,058	0	0,033	0,033	0,315	0,194	-	0,394	0,461	0,009	0,158	0,067	0,248	0	0,054	0,284	0,449	0,082	0,492	0,331	0,275	0,393	0	0,159	0,143	0,004	0
0	0,042	0	0	0	0,017	0,017	0,15	0,133	0,117	-	0,291	0,05	0,178	0,082	0,083	0,1	0	0,306	0,368	0,05	0,347	0,112	0,05	0,176	0,025	0,083	0,183	0	0
0,018	0,006	0,019	0,035	0,03	0,033	0,03	0,241	0,022	0,085	0,15	-	0,028	0,144	0,039	0,084	0,076	0,019	0,133	0,218	0,019	0,265	0,094	0,107	0,205	0,029	0,061	0,133	0,015	0
0,067	0,009	0	0,438	0	0,033	0,356	0,69	0,682	0,657	0,795	0,841	-	0,305	0,384	0,67	0,05	0,121	0,769	0,83	0,269	0,856	0,771	0,424	0,773	0	0,663	0,678	0,284	0,167
0	0,034	0,03	0,487	0,004	0,017	0,269	0,684	0,609	0,634	0,789	0,821	0,159	-	0,303	0,646	0,031	0,129	0,723	0,788	0,234	0,836	0,744	0,471	0,797	0,019	0,644	0,622	0,217	0,13
0,1	0	0,016	0,299	0	0,067	0,129	0,587	0,481	0,489	0,686	0,729	0,101	0,19	-	0,53	0,058	0,092	0,648	0,725	0,112	0,775	0,628	0,425	0,668	0	0,509	0,513	0,017	0
0	0	0,009	0	0,002	0	0	0,196	0,26	0,174	0,299	0,42	0,015	0,098	0,033	-	0,017	0,018	0,342	0,42	0,019	0,486	0,246	0,096	0,333	0,007	0,067	0,174	0,009	0
0,213	0,244	0,041	0,82	0,276	0,259	0,725	0,91	0,931	0,918	0,963	0,982	0,609	0,679	0,781	0,909	-	0,621	0,953	0,971	0,706	0,979	0,958	0,801	0,953	0,193	0,912	0,917	0,68	0,509
0,025	0,121	0,001	0,502	0	0,089	0,403	0,719	0,656	0,702	0,808	0,852	0,194	0,361	0,438	0,703	0,141	-	0,785	0,842	0,336	0,868	0,793	0,517	0,794	0,068	0,696	0,715	0,317	0,233
0	0,009	0,001	0,016	0	0	0	0,235	0	0,019	0,332	0,298	0,007	0,067	0,067	0,159	0	0,009	-	0,218	0,012	0,291	0,244	0,215	0,267	0,002	0,099	0,034	0,001	0
0	0	0,002	0	0	0	0	0,119	0	0,019	0,204	0,163	0,002	0	0,001	0,034	0	0	0	-	0,002	0,145	0,098	0,067	0,151	0,003	0,002	0	0,002	0
0	0,042	0	0,336	0	0,033	0,117	0,653	0,592	0,609	0,751	0,802	0,143	0,271	0,273	0,613	0,05	0,147	0,726	0,804	-	0,83	0,718	0,472	0,764	0	0,619	0,622	0,067	0,033
0	0,009	0	0	0	0	0	0,034	0	0	0,097	0,128	0	0,067	0,067	0,066	0	0	0	0,067	0	-	0,098	0,034	0,067	0	0,033	0,034	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0,221	0,1	0,067	0,134	0,223	0,001	0,1	0	0,033	0,05	0	0,235	0,289	0,001	0,35	-	0,084	0,249	0,001	0,033	0,133	0	0
0,033	0	0	0,266	0	0	0,267	0,453	0,613	0,556	0,611	0,735	0	0,173	0,278	0,471	0,05	0,058	0,674	0,712	0,178	0,736	0,621	-	0,596	0	0,48	0,547	0,217	0,1
0,133	0,041	0	0,075	0	0,1	0,1	0,22	0,191	0,23	0,302	0,419	0,098	0,299	0,128	0,248	0,122	0,108	0,337	0,413	0,162	0,416	0,349	0,159	-	0,0167	0,188	0,323	0,033	0
0,216	0,149	0,034	0,76	0,117	0,166	0,619	0,891	0,89	0,887	0,941	0,964	0,537	0,636	0,718	0,886	0,136	0,538	0,934	0,957	0,624	0,967	0,933	0,765	0,932	-	0,886	0,889	0,549	0,403
0,033	0	0	0	0	0	0	0,223	0,218	0,114	0,326	0,413	0,002	0,128	0,033	0,098	0,02	0,0146	0,309	0,403	0,041	0,477	0,269	0,119	0,306	0,007	-	0,159	0	0
0,033	0	0,021	0,033	0,004	0	0	0,255	0,218	0,066	0,379	0,463	0,015	0,065	0,033	0,179	0	0,0274	0,239	0,401	0,058	0,469	0,323	0,212	0,414	0,01	0,131	-	0,01	0
0,123	0,216	0,049	0,471	0	0,228	0,214	0,78	0,687	0,719	0,834	0,873	0,402	0,489	0,449	0,748	0,228	0,371	0,825	0,879	0,343	0,897	0,816	0,668	0,835	0,122	0,742	0,741	-	0,113
0,415	0,306	0,106	0,69	0,056	0,351	0,556	0,893	0,912	0,88	0,928	0,977	0,606	0,682	0,688	0,879	0,357	0,628	0,953	0,977	0,598	0,981	0,928	0,778	0,947	0,309	0,887	0,879	0,454	-

Adım 8: (2.17) ve (2.18) denklemleri kullanılarak $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ sezgisel bulanık pozitif outranking akış ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ sezgisel bulanık negatif outranking akış hesaplanır. Sezgisel bulanık pozitif ve negatif outranking akış değerleri Tablo 16 ve Tablo 17’de belirtilmiştir:

Adım 9: $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ arasındaki ilişkiyi gösteren değerler Tablo 18’de ifade edilmiştir. İlişkiyi belirlerken hem pozitif outranking akışın hem de negatif outranking akışın grafikleri sırasıyla Şekil 3.5 ve Şekil 3.6’da verilmiş ve bu değerlerin ikili karşılaştırmasının grafiği de Şekil 3.7’de verilmiştir:

Adım 10: Yukarıdaki pozitif ve negatif outranking akışa bakarak sıralamalarda kıyaslanamazlık elde edildiği görülmüştür. Bu kıyaslanamazlıktan dolayı net sıralamayı elde etmek için net outranking akış hesaplaması yapılmıştır. Net outranking akış değerleri 2.19 yardımıyla Tablo 19’da belirtilmiştir. Net outranking akışın grafiği Şekil 3.8’de verilmiştir.

$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_1}) =$	0,03320035	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_1}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_2}) =$	0,033369404	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_2}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_3}) =$	0,01716	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_3}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_4}) =$	0,034482758	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_4}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_5}) =$	0,02772	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_5}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_6}) =$	0,0335	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_6}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_7}) =$	0,034482473	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_7}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_8}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_8}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_9}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_9}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{10}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{10}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{11}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{11}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{12}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{12}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{13}}) =$	0,034480368	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{13}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{14}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{14}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{15}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{15}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{16}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{16}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{17}}) =$	0,03339	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{17}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{18}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{18}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{19}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{19}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{20}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{20}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{21}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{21}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{22}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{22}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{23}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{23}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{24}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{24}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{25}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{25}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{26}}) =$	0,03136	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{26}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{27}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{27}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{28}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{28}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{29}}) =$	0,03448	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{29}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{30}}) =$	0,0343	$\tilde{\varphi}^+(\nu_{x_{30}}) =$	0

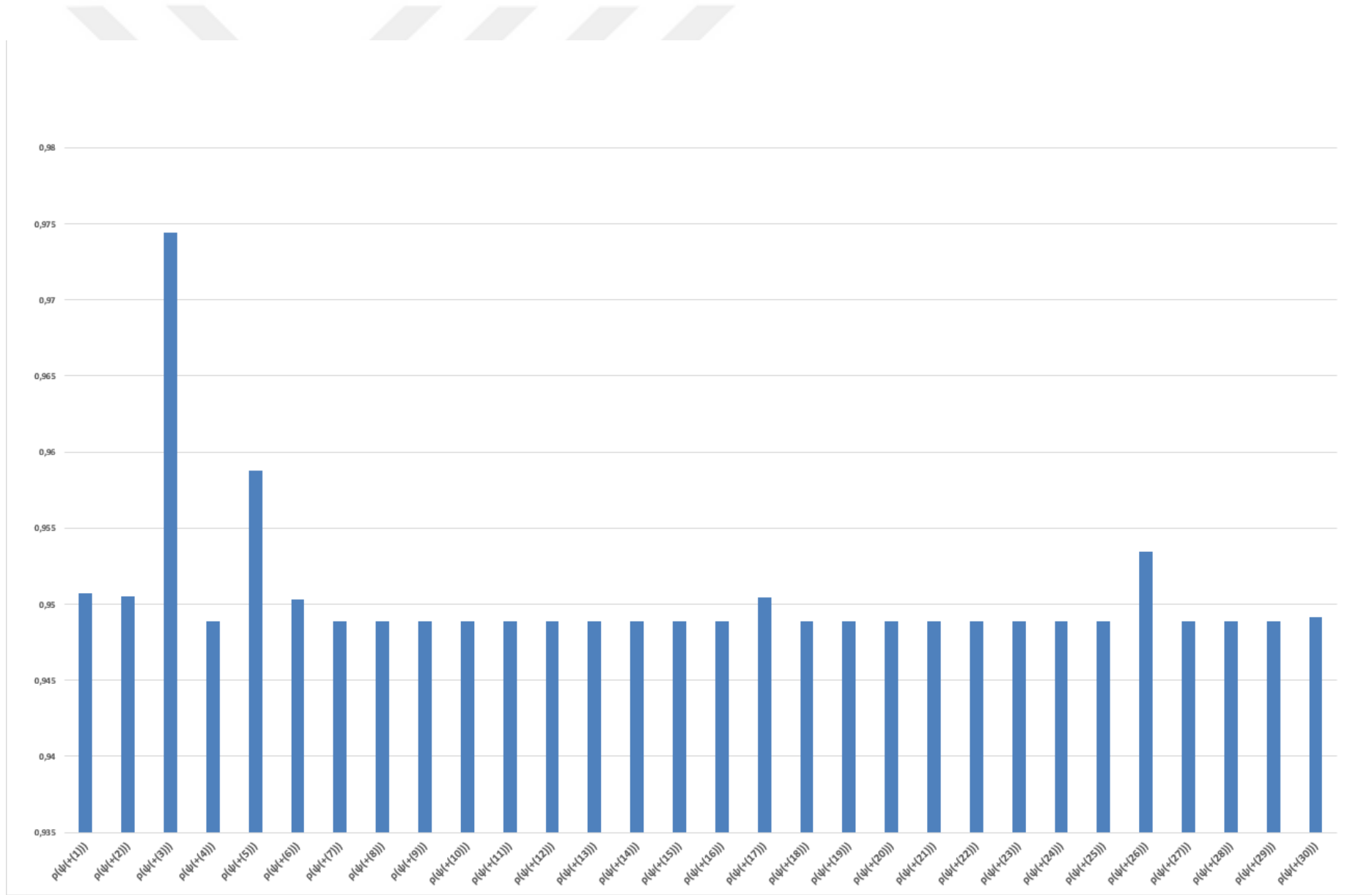
Tablo 16: Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 2)

$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_1}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_1}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_2}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_2}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_3}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_3}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_4}) =$	0,034482744	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_4}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_5}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_5}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_6}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_6}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_7}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_7}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_8}) =$	0,034385833	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_8}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_9}) =$	0,03448162	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_9}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{10}}) =$	0,034375221	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{10}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{11}}) =$	0,033275056	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{11}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{12}}) =$	0,031774162	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{12}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{13}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{13}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{14}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{14}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{15}}) =$	0,034482743	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{15}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{16}}) =$	0,034108811	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{16}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{17}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{17}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{18}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{18}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{19}}) =$	0,03271467	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{19}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{20}}) =$	0,022906019	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{20}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{21}}) =$	0,034482758	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{21}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{22}}) =$	0,019467333	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{22}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{23}}) =$	0,031929806	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{23}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{24}}) =$	0,034482733	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{24}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{25}}) =$	0,03440813	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{25}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{26}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{26}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{27}}) =$	0,034082581	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{27}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{28}}) =$	0,03423789	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{28}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{29}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{29}}) =$	0
$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{30}}) =$	0,034482759	$\tilde{\varphi}^-(\nu_{x_{30}}) =$	0

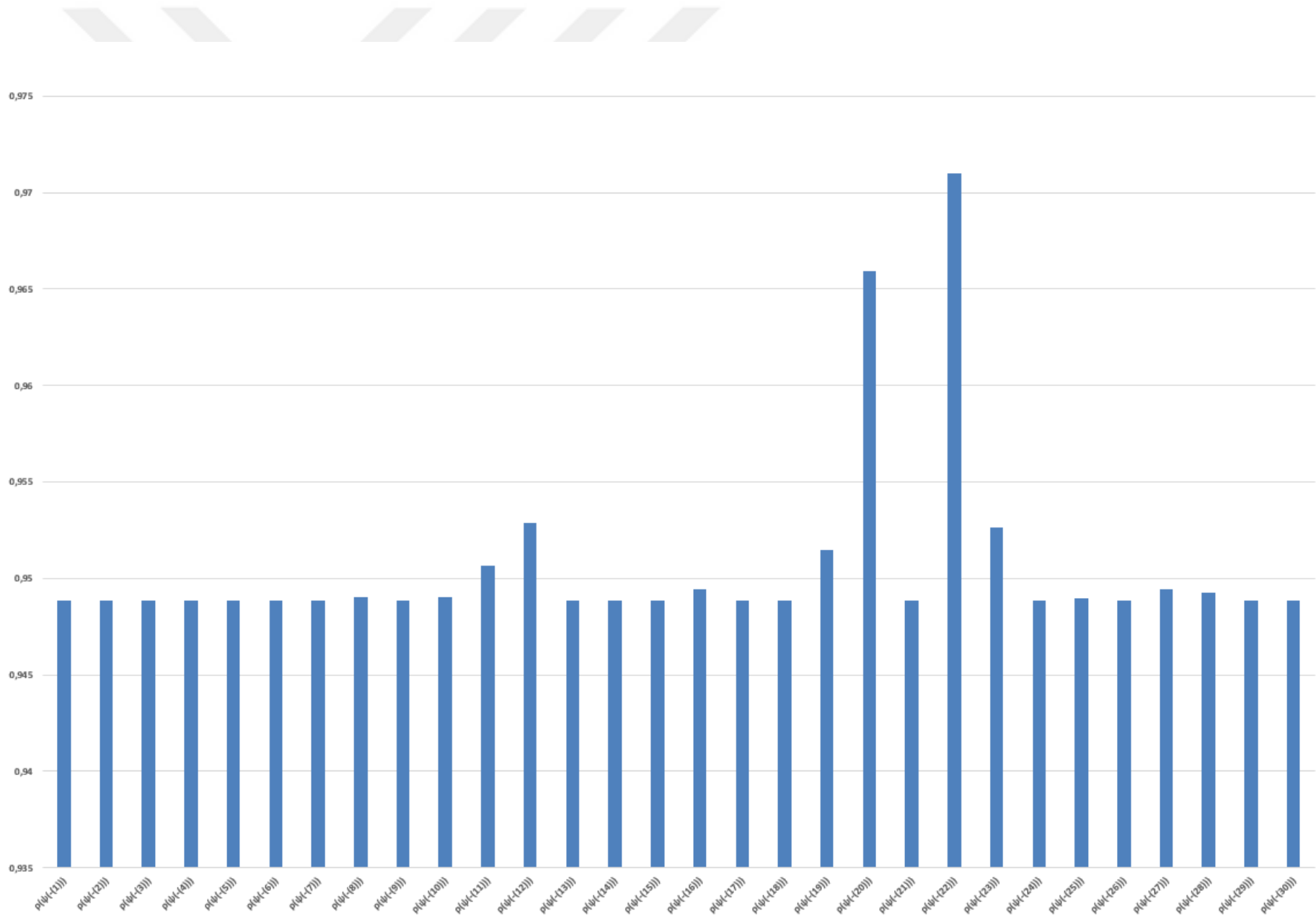
Tablo 17: Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Değerleri (Uygulama 2)

$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_1)) =$	0,950750602	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_1)) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_2)) =$	0,950502653	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_2)) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_3)) =$	0,974403439	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_3)) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_4)) =$	0,948870394	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_4)) =$	0,948870413
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_5)) =$	0,958798321	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_5)) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_6)) =$	0,950305245	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_6)) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_7)) =$	0,948870811	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_7)) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_8)) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_8)) =$	0,949012443
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_9)) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_9)) =$	0,948872061
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{10})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{10})) =$	0,949027996
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{11})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{11})) =$	0,95064103
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{12})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{12})) =$	0,952843556
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{13})) =$	0,948873896	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{13})) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{14})) =$	0,948870426	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{14})) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{15})) =$	0,948870399	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{15})) =$	0,948870415
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{16})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{16})) =$	0,949418488
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{17})) =$	0,950474271	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{17})) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{18})) =$	0,948875383	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{18})) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{19})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{19})) =$	0,95146312
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{20})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{20})) =$	0,965903314
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{21})) =$	0,94887075	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{21})) =$	0,948870393
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{22})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{22})) =$	0,97098849
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{23})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{23})) =$	0,952615048
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{24})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{24})) =$	0,94887043
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{25})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{25})) =$	0,948979765
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{26})) =$	0,953449856	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{26})) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{27})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{27})) =$	0,94945694
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{28})) =$	0,948870392	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{28})) =$	0,949229282
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{29})) =$	0,948876266	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{29})) =$	0,948870392
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{30})) =$	0,949142587	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{30})) =$	0,948870392

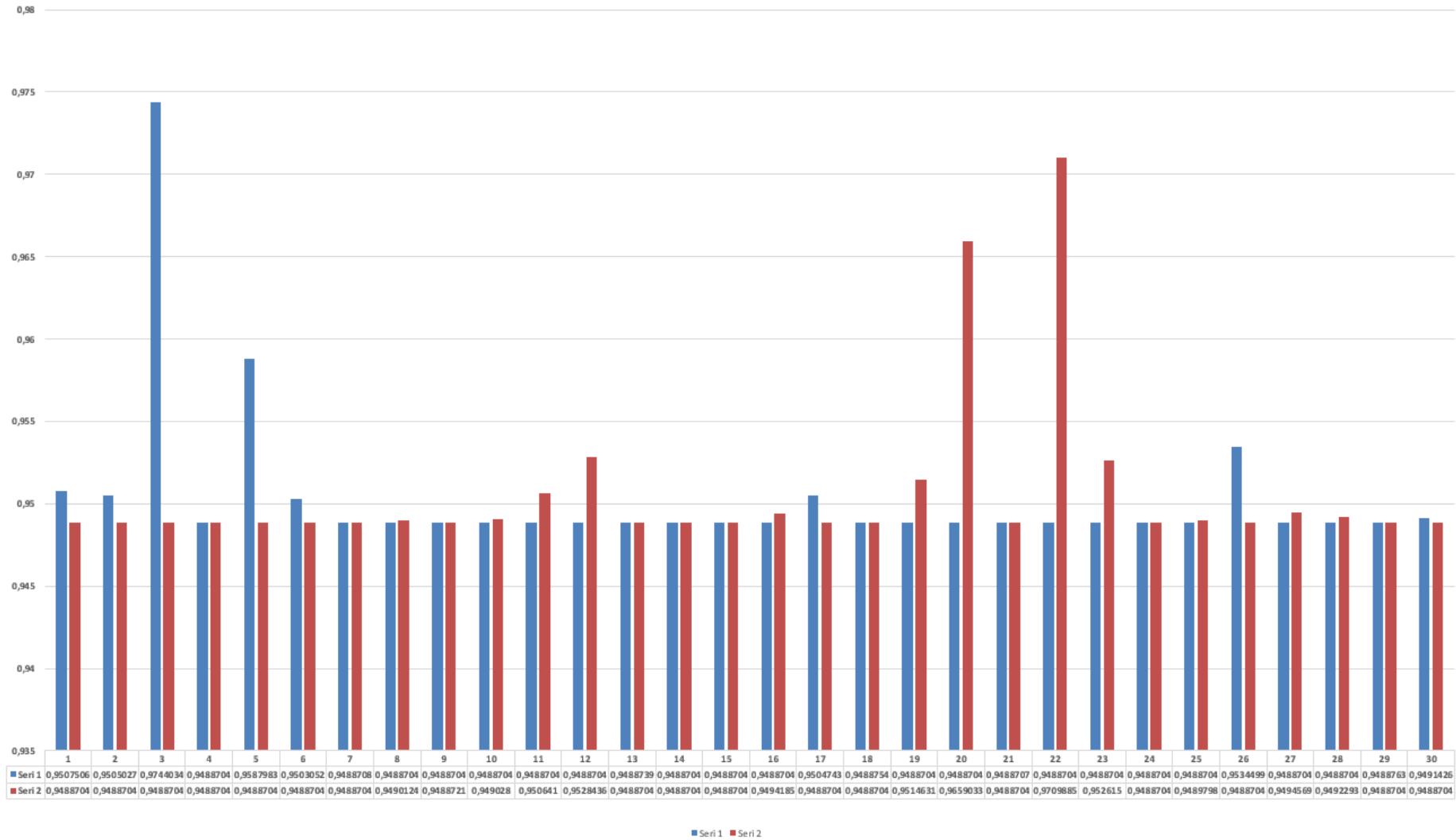
Tablo 18: Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerleri Arasındaki İlişki (Uygulama 2)



Şekil 3.5: Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 2)



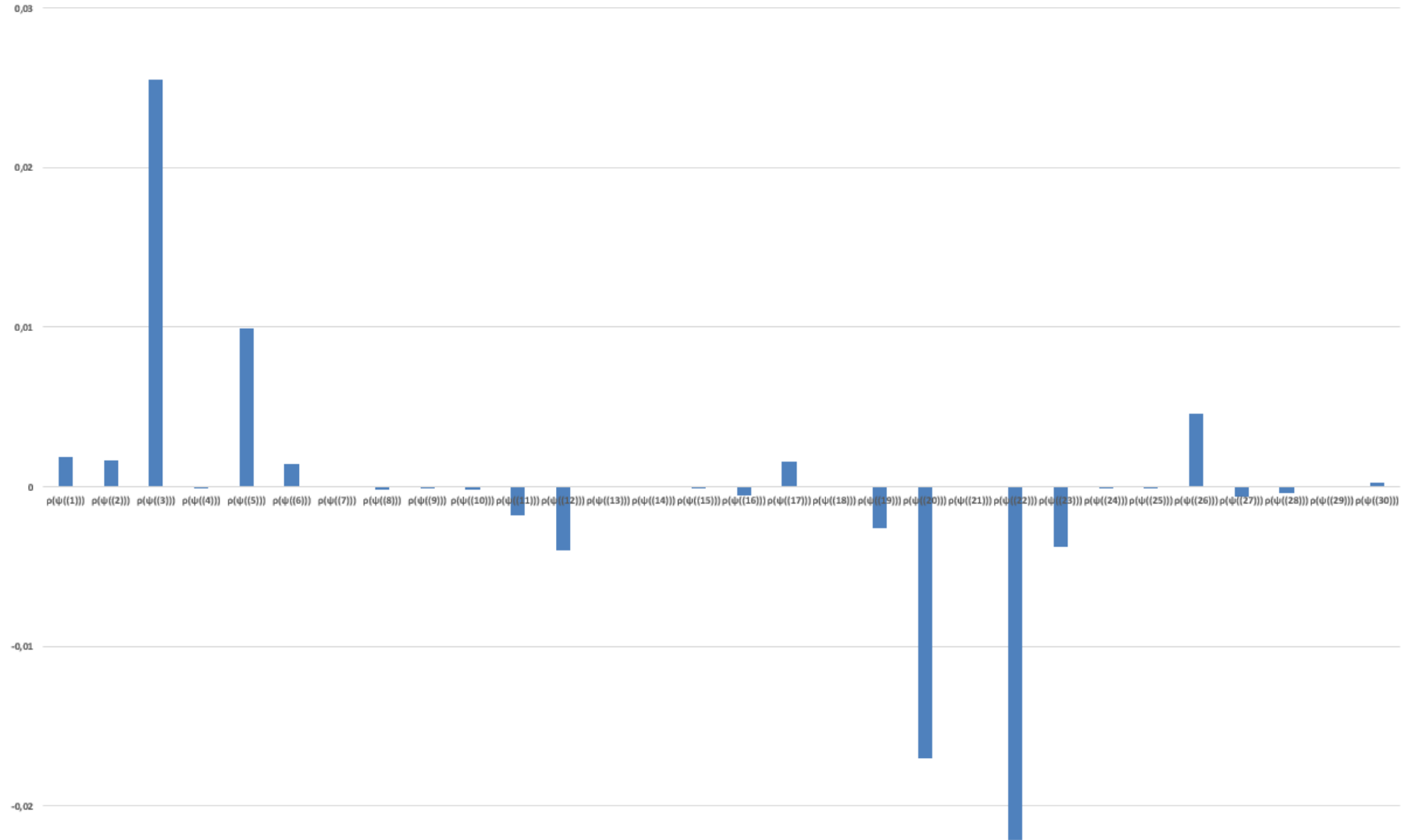
Şekil 3.6: Sezgisel Bulanık Negatif Outranking Akış Grafiği (Uygulama 2)



Şekil 3.7: Sezgisel Bulanık Pozitif ve Negatif Outranking Akış Değerlerinin İkili Karşılaştırması (Uygulama 2)

$\rho(\tilde{\varphi}(x_1)) =$	0,001880209
$\rho(\tilde{\varphi}(x_2)) =$	0,001632261
$\rho(\tilde{\varphi}(x_3)) =$	0,025533046
$\rho(\tilde{\varphi}(x_4)) =$	-0,00000001
$\rho(\tilde{\varphi}(x_5)) =$	0,009927929
$\rho(\tilde{\varphi}(x_6)) =$	0,001434853
$\rho(\tilde{\varphi}(x_7)) =$	0,00000004
$\rho(\tilde{\varphi}(x_8)) =$	-0,00014205
$\rho(\tilde{\varphi}(x_9)) =$	-0,000001
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{10})) =$	-0,000157604
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{11})) =$	-0,001770638
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{12})) =$	-0,003973164
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{13})) =$	0,000003
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{14})) =$	0,00000003
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{15})) =$	-0,00000001
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{16})) =$	-0,000548096
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{17})) =$	0,001603879
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{18})) =$	0,000004
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{19})) =$	-0,002592727
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{20})) =$	-0,017032922
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{21})) =$	0,0000003
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{22})) =$	-0,022118097
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{23})) =$	-0,003744656
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{24})) =$	-0,00000003
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{25})) =$	-0,000109372
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{26})) =$	0,004579464
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{27})) =$	-0,000586547
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{28})) =$	-0,00035889
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{29})) =$	0,000005
$\rho(\tilde{\varphi}(x_{30})) =$	0,000272195

Tablo 19: Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Değerleri (Uygulama 2)



Şekil 3.8: Sezgisel Bulanık Net Outranking Akış Grafiği (Uygulama 2)

Net sıralama sonunda elde edilen veriler Tablo 19’da verilmiştir. Bu değerlere ve grafiklere göre yorumlamalar yapılırsa; sadece sınav başarısıyla değerlendirilen bir sistem ile faktörlerin de devrede olduğu kurduğumuz sistem arasındaki ilişki incelenmiştir. Sadece sınav başarısıyla değerlendirme yapılacak olduğunda bu öğrenciler arasındaki başarılı öğrenciden başarısız öğrenciye doğru yapılan sıralama şu şekilde ifade edilebilir:

$$A_{22}, A_{20}, A_{12}, A_{11}, A_{25}, A_{23}, A_{19}, A_8, A_{16}, A_{27}, A_{28}, A_{10}, A_9, A_{24}, A_4, \\ A_{15}, A_{14}, A_{21}, A_{13}, A_{18}, A_7, A_{29}, A_2, A_6, A_{30}, A_{26}, A_1, A_{17}, A_5, A_3$$

Başarıyı etkileyen faktörler ve sınav başarısını bir arada değerlendirmek için tarafımızca kurulan algoritmada hesaplanan net outranking akışa göre sıralama ise şu şekildedir:

$$A_{22}, A_{20}, A_{12}, A_{23}, A_{19}, A_{11}, A_{27}, A_{16}, A_{28}, A_{10}, A_8, A_{25}, A_9, A_{24}, A_4, \\ A_{15}, A_{14}, A_{21}, A_7, A_{13}, A_{18}, A_{29}, A_{30}, A_6, A_{17}, A_2, A_1, A_{26}, A_5, A_3$$

Bu iki sıralama arasındaki farkı daha iyi görebilmek için sıralamalar Tablo 20 yardımıyla incelenmiştir. Burada sadece sınav başarısıyla yapılan değerlendirmedeki sıralama ilk sıralama, net outranking akış ile hesaplanan sıralama ise net sıralama olarak adlandırılmıştır:

İlk Sıralama	Net Sıralama
A_{22}	A_{22}
A_{20}	A_{20}
A_{12}	A_{12}
A_{11}	A_{23}
A_{25}	A_{19}
A_{23}	A_{11}
A_{19}	A_{27}
A_8	A_{16}
A_{16}	A_{28}
A_{27}	A_{10}
A_{28}	A_8
A_{10}	A_{25}
A_9	A_9
A_{24}	A_{24}
A_4	A_4
A_{15}	A_{15}
A_{14}	A_{14}
A_{21}	A_{21}
A_{13}	A_7
A_{18}	A_{13}
A_7	A_{18}
A_{29}	A_{29}
A_2	A_{30}
A_6	A_6
A_{30}	A_{17}
A_{26}	A_2
A_1	A_1
A_{17}	A_{26}
A_5	A_5
A_3	A_3

Tablo 20:Öğrenci Başarı Sıralamasının Kıyaslanması

Sadece sınav başarılarıyla değerlendirilen öğrencilerin sıralaması ile tezimizde kurduğumuz algoritmaya göre elde edilen net sıralama karşılaştırıldığında sıralamada farklılık gösteren öğrenciler Tablo 20’de renkli işaretlerle temsil edilmiştir. Burada sıralama farklılığından kastımız; ilk sıralama ve net sıralamada bulunduğu sıra bazında değişiklik yaşayan öğrenciler şeklinde ifade edilebilir. Bazı öğrenciler ilk sıralamada daha ön sıradayken, net sıralamada gerilere düşmüştür; aynı şekilde ilk sıralamada gerilerde olup net sıralamada ön sıralara gelen öğrenciler de mevcuttur. Sıralamada değişiklik yaşayan öğrencilerle ilgili hem sınav sonuçları hem de başarıyı etkileyen diğer faktörleri ölçmek için uygulanan ölçeklere verdikleri cevaplar tek tek incelenerek yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular şu şekildedir:

1. Net sıralamada ilk sıralamaya kıyasla gerilere düşen öğrenciler hakkında şu yorumlar yapılabilir:

- Bazı derslerde sınav sonuçları çok iyiysen bazı derslerde netleri çok düşüktür. Bu durum gerçek sınavda başarılı olması için bir engel değilken bizim kurduğumuz sistemde öğrencinin ortalama anlamda başarılı olmadığını sadece bazı derslere yüklenerek sonuç odaklı çalıştığını göstermektedir.
- Akademik motivasyonları yüksek fakat aynı zamanda sınav kaygıları da yüksektir. kaygının yüksek olması başarısızlığı arttıran bir durumdur. Fen tutumları yüksek aynı zamanda tutarlı olarak fen dersindeki başarıları da yüksektir. İngilizce tutumları düşük ve tutarlı olarak İngilizce dersindeki başarıları da düşüktür. Matematik dersinde tutumları yüksek olduğu halde bazı öğrencilerin ders başarıları çok düşüktür.
- Öğrencilerin bazılarında psikolojik rahatsızlık bulunmaktadır. Sıralamada çok bariz bir düşüş yaşayan öğrencilerin ise eğitim materyalinin (elektronik cihaz) olmadığı ve aileleri ile aralarında zayıf ilişki olduğu tespit edilmiştir.
- Kişisel bilgi formları incelendiğinde diğer şartlar ile ilgili bir farklılık gözlemlenmemiştir.

2. Net sıralamada ilk sıralamaya kıyasla ön sıralara yükselen öğrenciler hakkında şu yorumlar yapılabilir:

- Öğrencilerin çoğunluğunun anne baba eğitim durumu üniversite ya da lisansüstü mezunu şeklindedir.
 - Kişisel bilgi formları incelendiğinde diğer şartlar ile ilgili bir farklılık gözlemlenmemiştir.
 - Sınav sonuçlarında dersler bazlı bakıldığında tutarlı bir sonuç görülmektedir. Öğrenciler genel anlamda derslerdeki netlerinde tutarlı bir başarı sergilemişlerdir.
 - Sınav kaygılarının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Sınav kaygısının düşük olması da başarılarının yüksek olmasına sebep olmaktadır. Diğer ölçek sonuçlarına bakıldığında genel anlamda bütün derslere yönelik tutumun yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sadece matematik dersinde tutum yüksek olmasına rağmen başarı düşük seviyededir.
3. Genel anlamda öğrencilerin sınav sonuçları, kişisel bilgi formları ve cevapladıkları ölçekler incelendiğinde cinsiyet farklılığının, ailenin ekonomik gelirinin öğrenci başarısı üzerinde etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.
 4. Öğretmenin okul kültürü genel anlamda etkili bir faktör olmasına rağmen bu çalışma öğrenciler bazında yürütüldüğü için bütün öğrenciler üzerindeki etki derecesi aynı çıkmıştır. Bundan dolayı öğretmenlerin okul kültürünün öğrenci başarısı üzerindeki etkisini yorumlamaya yönelik bir bulguya rastlanmamıştır.
 5. Aile ilişkisi öğrenci başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Fakat aile ilişkisini objektif bir şekilde ölçebilecek bir ölçek mevcut olmadığından dolayı açık uçlu sorular şeklinde öğrencilerin fikirleri alınmıştır. Rehber öğretmen, öğrenci, branş öğretmenleri ile bir ekip halinde kontrollü görüşmeler yapılarak bu ilişkiler gözlemlenebilir. Ayrıca ailelere öğrenci başarısı üzerindeki etkileri anlatılarak bunu arttıracak seminerler, eğitimler verilebilir.
 6. Ölçeklerle öğrencilerin sınav sonuçları arasındaki ilişki incelendiğinde özellikle Matematik dersi için öğrencilerin genelinde tutumu yüksek olmasına rağmen başarılarının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuca bakılarak öğrencilerin Matematik dersiyle ilgili sıkıntılarını gidermek ve bu derste başarılarını arttırmak için branş öğretmenleriyle özel görüşmeler yapılabilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde hedefimiz; PROMETHEE yöntemiyle bir algoritma kurarak başarıyı etkileyen olumlu veya olumsuz bütün faktörleri aynı anda değerlendirecek, bu faktörlerin her birine ayrı ayrı önem derecesi (katkı puanı) vermemizi sağlayacak ve sonunda bize bir değerlendirme puanı vererek sıralama yapacak ve seçecek bir sistem oluşturmaktır. Öğrencinin başarısını etkileyen faktörleri inceleyip, eğitim sistemine katkıda bulunmayı amaçlayan ve tarafımızca hazırlanan sezgisel bulanık tabanlı PROMETHEE algoritması özgün bir algoritma olup birçok araştırmacıya ışık tutacak nitelikte ilk olma özelliği taşımaktadır. Sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi; araştırmacıya olumlu ve olumsuz sıralamayı anda anda gözlemleyebilme şansı tanınması, tereddüt derecelerini ifade edebilmesi, kriterlerin önem ağırlıklarının değiştirilebilmesi ve her kriter için önem dereceleri belirlenirken farklı yöntemler kullanabilme olanağı tanınması, önem ağırlıklarının tereddüt derecelerini de devreye sokması, alternatifler ve kriterler için farklı ölçüt türleri ve farklı kriter tipleri kullanabilme şansı tanınan karar vericilerin kendine özgü bir sistem kurabilmesine olanak sağlaması gibi faydalarından dolayı ilgimizi çeken ve uygulama alanımızda kullandığımız için bize çok avantaj sağlayan bir yöntemdir. Hem PROMETHEE, hem bulanık PROMETHEE hem de sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi günümüze kadar birçok araştırmacının dikkatini çekmiş ve uygulama alanlarına dahil edilmiştir. Daha çok araştırmacının bu yöntemlerden faydalanabilmesi adına tezimizde PROMETHEE yöntemi bütün yönleriyle ele alınarak araştırmacılara temel kaynak olabilecek nitelikte bir tez olması hedeflenmiştir. PROMETHEE yöntemi, bulanık PROMETHEE ve sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemlerine sırasıyla genişlemesi aşamalarında hangi yöntemlerin kullanılabileceği, alternatifler ve kriterler için bütün ölçüt türleri, kriter tipleri ve aggregation operatörlerinin hepsi detaylı bir biçimde ele alınmıştır. Sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin genel algoritması bütün uygulama alanlarında kullanılabilir nitelikte olup, tezimizde araştırmacıların yararlanabilmesi için detaylıca açıklanmıştır. Bu yöntem çok kriterli karar verme mekanizma oluşturmak isteyen ve karar verme probleminde sezginin de anlamlandırılması gerektiğini düşünen araştırmacıların rahatlıkla kullanabileceği bir yöntemdir. Bu tezde sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin uygulama alanı olarak eğitim alanı seçilmiş ve uygulaması yapılmıştır.

Bu tezde eğitimde seçme, sıralama, değerlendirme gibi tek bir kritere bağlı olmayan durumlar olduğu için birçok kriter aynı anda değerlendirilerek bir karar verme mekanizması oluşturma amaçlanmaktadır. Eğitim çok parametrelili bir uygulama alanı olduğundan dolayı bu kriterler üzerine yoğunlaşmak ve geniş çaplı araştırma yapmak gerekmektedir. Araştırma yapıldıktan sonra aranan veya istenilen özelliklere göre kriterlerin değeri (ağırlığı) artırılıp azaltılarak bir karar verme mekanizması (algoritması) oluşturma amaçlanmıştır. Bu kurduğumuz algoritma sayesinde istenilen veya istenilmeyen durumların hepsi aynı anda gözlemlenebilecek, her bir durum için ayrı ayrı ağırlık dereceleri hesaba katılabilecek ve bütün durumlar kendi içinde değerlendirilebilecektir. PROMETHEE yöntemiyle oluşturulan algoritma sayesinde bu çok kriterli karar verme problemini sezgisel bulanık kümeler yardımıyla en sağlıklı biçimde çözmek hedeflenmektedir. Bizim sunacağımız algoritma ile öğrencilerin yerleşme ve tercih etme durumları sadece sınav sonuçlarına göre değil aynı zamanda demografik, psikolojik, ekonomik, ruhsal, sosyal, yeteneksel özellikleri de göz önünde bulundurmak amaçlanmaktadır. Öğrencilerin almış oldukları eğitim sonucu yapılan sınav puanlarının etkisi ile birlikte yukarıda belirtilen özellikler aynı anda başarıyı etkilemektedir. Sadece sınavda yapılan doğru ya da yanlışlara bağlı olarak yerleştirme yapılmasından ziyade başarıyı etkileyen diğer faktörlerle beraber sınav sonuçları değerlendirilmelidir. Temelini oluşturmayı hedeflediğimiz sistemin matematiksel altyapısı ve algoritması bu tezde hazır bir şekilde sunulmaktadır. Sisteme dahil edilebilecek diğer unsurlardan eğitimciler, aileler, özellikle branş ve rehberlik öğretmenleri gibi diğer unsurlar da sistem içine dahil edilerek, alanında uzman kişiler tarafından başarıyı kademeli bir şekilde ölçebilecek bir değerlendirme mekanizması oluşturulabilir. Hedefimize ulaşma yolunda kurmuş olduğumuz algoritma ve kullandığımız yöntemle temelini oluşturduğumuz sistemin gelecekte Millî Eğitim Bakanlığı tarafından daha kapsamlı bir şekilde ele alınarak kullanışlı ve faydalı olacak bir değerlendirme ve karar verme mekanizması olmasını umut ediyoruz.

KAYNAKLAR

- Acioğlu, H. (2017). Sezgisel Bulanık Kümeler ve Neutrosophic Kümeler Üzerine Bazı Çok Kriterli Karar Verme Metotları. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi.
- Acun, İ. (2014). Web-supported effective human rights, democracy and citizenship education? Computers & Education, 70, 21-28.
- Adeniji-Neill, D. (2008). Parental Expectations in Education: A Qualitative Study of the Expectations of Nigerian Voluntary Immigrants to the United States for Their Children's School Achievement (Doctoral dissertation). University of Hawai, ProQuest Dissertations Publishing.
- Afful-Dadzie, E., Oplatkova, Z.K., Prieto, L.A.B. (2017). Comparative State-of-the-Art Survey of Classical Fuzzy Set and Intuitionistic Fuzzy Sets in Multi-Criteria Decision Making. Int. J. Fuzzy Syst. 19(3), 726-738. DOI: 10.1007/s40815-016-0204-y.
- Akça, F. (2013). An Investigation Into the Academic Success of Prospective Teachers in Terms of Learning Strategies, Learning Styles and the Locus of Control. Journal of Education and Learning, 2(1),134-146.
- Albadvi, A., Chaharsooghi, S.K., Esfahanipour, A. (2007). Decision Making in Stock Trading: An Application of PROMETHEE. European Journal of Operational Research 177, 673-683.
- Alkış, N. (2015). The Influence of Personality Traits, Motivation and Persuasion Principles on Academic Performance. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Aluçdibi, F., Ekici, G. (2012). The Effect of Biology Teachers' Classroom Management Profiles on the Biology Course Motivation Level of the High School Students. Hacettepe University Journal of Education. 43, 25-36.
- Anderman, E.M., Johnston, J. (1998). Television News in the Classroom What Are Adolescents Learning? Journal of Adolescent Research, 13(1), 73-100.
- Areepattamannil, S. (2012). First and Second Generation Immigrant Adolescents' Multidimensional Mathematics and Science Self-Concepts and Their Achievement in Mathematics and Science. International Journal of Science and Mathematics Education. 10(3), 695-716.
- Arısoy, E. (2019). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri PROMETHEE. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Arslan, S., Akın, A. (2015). 2×2 Başarı Yönelimleri Ölçeği (Revize Formu): Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Sakarya University Journal of Education. 5(1), 7-15.

- Aslan, G. (2017). Öğrencilerin Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş (TEOG) Sınav Başarılarının Belirleyicileri: Okul Dışı Değişkenlere İlişkin Bir Analiz. Eğitim ve Bilim, TEDMEM. 42(190), 211-236. DOI: 10.15390/EB.2017.6371.
- Atalık, G., Şentürk, S. (2019). Üçgen Sezgisel Bulanık Sayılar İçin Gergonne Noktasına Dayalı Yeni Bir Sıralama Yöntemi. Nicel Bilimler Dergisi. 1(1), 59-73.
- Atan, Ö., Kutlu, F., Castillo, O. (2020). Intuitionistic Fuzzy Sliding Controller for Uncertain Hyperchaotic Synchronization. International Journal of Fuzzy Systems. 22(4), 1-14. DOI: 10.1007/s40815-020-00878-x.
- Atanassov, K.T. (1983). Intuitionistic Fuzzy Sets, VII ITKR.s Session, So.a., June.
- Atanassov, K.T. (1986). Intuitionistic Fuzzy Sets, Fuzzy Sets and Systems, 20, s.87-96.
- Atanassov, K.T. (1999). Intuitionistic Fuzzy Sets, Theory and Applications, Physica-Verlag, Heidelberg, Germany, s.319.
- Atanassov, K.T. (2012). On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Athawale, V.M., Chakraborty, S. (2010). Facility Location Selection Using PROMETHEE II Method. Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh, January, 9-10.
- Ay, Y. (2017). The Effect of Learning Types/Styles on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.309-324). Springer.
- Ayçin, E. (2019). Çok Kriterli Karar Verme: Bilgisayar Uygulamalı Çözümler, Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN:978-605-784-617-4.
- Aydın, U., Bulgan, G. (2017). Çocuklarda Sınav Kaygısı Ölçeği'nin Türkçe Uyarlaması. İlköğretim-Online. 16(2), 887-899.
- Bal, A. (2016). Sezgisel Fuzzy Matematiğin Akıllı Tarım Alanı Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi.
- Ballı, S., Karasulu, B., Korukoğlu, S. (2007). En Uygun Otomobil Seçimi İçin Bir Bulanık PROMETHEE Yöntemi Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 22(1), 139-147.
- Bandemer, H., Gottwald, S. (1995). Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Fuzzy Methods with Applications. John Wiley & Sons Ltd., England.
- Bandura, A. (1989). Human Agency in Social Cognitive Theory. The American Psychologist. 44(9), 1175-1184. <http://doi.org/10.1037/0003-066x.44.9.1175>.
- Bandura, A. (1997). Self-Efficacy: The Exercise of Control. New York: W.H. Freeman and Company.
- Bandura, A. (2001). Social Cognitive Theory: An Agetic Perspective. Annual Review of Psychology, 52(1), 1-26.
- Baş, G. (2012). İlköğretim İngilizce Dersine Yönelik Tutum Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. International Online Journal of Educational Sciences. 4(2), 411-424.

- Baumeister, R.F., Campbell, J.D., Krueger, J.I., Vohs, K.D. (2003). Does High Self-Esteem Cause Better Performance, Interpersonal Success, Happiness or Healthier Lifestyles? *Psychological Science in the Public Interest*, 4(1), 1-44.
- Baykal, N., Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Bedir, N. (2018). *Vardiya Çizelgeleme Probleminin Kombine AHS-PROMETHEE ve Hedef Programlama Yöntemleri ile Çözümü*. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A Comprehensive Literature Review on Methodologies and Applications. *European Journal of Operational Research*. 200(2010), 198-215.
- Bilsel, R.U., Büyüközkan, G., Ruan, D. (2006). A Fuzzy Preference-Ranking Model for a Quality Evaluation of Hospital Web Sites. *International Journal of Intelligent Systems*. 21, 1181-1197.
- Boekaerts, M. (1997). Self-Regulated Learning: A New Concept Embraced by Researchers, Policy Makers, Educators, Teachers and Students. *Learning and Instruction*. 7(2), 161-186.
- Boltürk, E. (2019). *Decision Making Based on Intuitionistic Fuzzy Sets and Neutrosophic Sets*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Boran, F.E. (2009). *Personel Seçimi Probleminde Sezgisel Bulanık Küme Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- Bozveliev, B., Sotirov, S., Videv, T. (2019). Generalized Net Model of Possible Drone's Communication Control Cyber Theft with Intuitionistic Fuzzy Estimations. *Information & Security*. 3(1), 35-44. <https://doi.org/10.11610/isij.4303>.
- Brans, J.P., Vincke, Ph. (1985). A Preference Ranking Organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision Making). *Management Science*, 31(6): 647-656.
- Brans, J.P. (1982). *L'ingenierie de la decision: l'elaboration d'instruments d'aide a la decision*. Colloq. d'aide a la decision, Universite Laval, Quebec, Canada, Aou.
- Brans, J.P., Roy, B., Vincke Ph. (1975). Aide a la decision multicritere. *Rev. Belge Statisti., d'Informatique et de Recherche Operationnelle*, 15(4).
- Brans, J.P., Vincke, Ph., Mareschal B. (1986). How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method. *European Journal of Operational Research*. 24. 228-238.
- Brans, J.P., Mareschal B. (1990). *The PROMETHEE Methods for MCDM; The PROMCALC, GAIA and Bankadviser Software*. Readings in Multiple Criteria Decision Aid. Springer.
- Brans, J.P., Mareschal B. (2005). Chapter 5: PROMETHEE Methods. In: *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. International Series in Operations Research-Management Science, vol 78. Springer, New York, NY. <https://doi.org/10.1007/0-387-23081-5-5>.
- Brans, J.P., Mareschal B. (1992). PROMETHEE V: Mcdm Problems with Segmentation Constraints, *INFOR: Information Systems and Operational Research*. 30(2). 85-96.
- Brans, J.P., Mareschal B. (1994). *The PROMCALC & GAIA Decision Support System for*

- Multicriteria Decision Aid. *Decision Support Systems*. 12(1994). 297-310.
- Brans, J.P., Mareschal, B. (1995). The PROMETHEE VI Procedure: How to Differentiate Hard From Soft Multicriteria Problems. *Journal of Decision Systems* 4, 213-223.
- Brans, J.P., Mareschal, B. (2005). PROMETHEE Methods, in: J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott, ed., *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. 78,163-195.
- Briggs, Th., Kunsch, P.L., Mareschal, B. (1990). Nuclear Waste Management. An Application of the Multicriteria PROMETHEE Method. *EJOR*, vol. 44, 1-10.
- Brophy, J. (2005). Goal Theorists Should Move on From Performance Goals. *Educational Psychologist*, 40(3), 167-176.
- Brunner, M., Keller, U., Dierendonck, C., Reichert, M., Ugen, S., Fischbach, A., Martin, R. (2010). The Structure of Academic Self-Concepts Revisited: The Nested Marsh Shaveson Model. *Journal of Educational Psychology*, 102, 964-981.
- Bsharat, E.N. (2019). PROMETHEE Yöntemiyle Tercih Edilen Otomobil Markasının Hizmet Kalitesi ve Müşteri Memnuniyetinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Uşak Üniversitesi.
- Budak, S.N. (2014). PROMETHEE ve ANP Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Ankara Sağlık Bakanlığı Hastanelerinde Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- Burillo, P., Bustince, H., Mohedano, V. (1994). Some Definition of Intuitionistic Fuzzy Number. *Fuzzy Based Expert Systems. Fuzzy Bulgarian Enthusiasts*. 28-30 September, Sofia, Bulgaria.
- Busher, H., Harris, A., Wise, C. (2000). *Subject Leadership and School Improvement*. USA: Paul Chapman.
- Button, S., Mathieu, J., Zajac, D. (1996). Goal Orientation in Organizational Behavior Research: A Conceptual and Empirical Foundation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 67, 26-48.
- Byrne, P. (1995). Fuzzy Analysis a Vague Way of Dealing With Uncertainty in Real Estate Analysis. *Journal of Property Valuation & Investment*. 13(3),22-41.
- Chen, C.T., Lin, C.T., Huang, S.F. (2005). A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management. *International Journal of Production Economics*, 1-13.
- Chen, C.J., Hu, Y.C. (2011). A PROMETHEE-Based Classification Method Using Concordance and Discordance Relations and Its Application to Bankruptcy Prediction. *Information Sciences*. 181 (2011), 4959-4968.
- Chen, Y.H., Wang, T.C., Wu, C.Y. (2011). Strategic Decisions Using the Fuzzy PROMETHEE for IS Outsourcing. *Expert Systems with Applications*. 38, 13216-13222.
- Chen, T.Y. (2015). IVIF-PROMETHEE Outranking Methods for Multiple Criteria Decision Analysis Based on Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Optim Decis Making*. 14, 173-198. DOI:10.1007/s10700-014-9195-z.
- Chen, T.Y. (2015). An Interval Type-2 Fuzzy PROMETHEE Method Using a Likelihood-Based Outranking Comparison Approach. *Information Fusion*. 25, 105-120.

- Cheng, S., Chan, C.W., Huang, G.H. (2002). Using Multiple Criteria Decision Analysis for Supporting Decisions of Solid Waste Management. *Journal of Environment Science Health*. 37(6), 975-990.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J., Geier, V.K. (2010). School Climate Brief: School Climate Research Summary. Center for Social and Emotional Education, 1(1). Retrieved from <http://www.schoolclimate.org/climate/papers-briefs>.
- Coleman, J.S. (1988). Social Capital in the Creation of Human Capital. *American Journal of Sociology*, 94, 95-120.
- Crick, N.R., Dodge, K. A. (1994). A Review and Reformulation of Social Information Processing Mechanisms in Children's Social Adjustment. *Psychological Bulletin*, 115, 74-101.
- Çakar, T. (2020). *Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri*, İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları, ISBN:978-605-482-765-7, İstanbul, Türkiye.
- Çelikkbilek, Y. (2018). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri - Açıklamalı ve Karşılaştırmalı Sağlık Bilimleri Uygulamaları İle*, Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN: 978-605-320-857-0.
- Çevik, Y.D., Haşlamam, T., Mumcu, F.K., Gökçearsan, Ş. (2015). Özdüzenlemenin Dikkat Kontrolü Boyutu: Bir Ölçek Uyarlama Çalışması. *Başkent University Journal of Education*. 2(2), 229-238.
- Çiftçi, Ş.K., Cin, F.M. (2017). The Effect of Socioeconomic Status on Students' Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.171-182). Springer.
- Çikrikci, Ö. (2017). The Effect of Self-efficacy on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.95-116). Springer.
- Çitil, M., Çuvalcıoğlu, G. (2014). On Intuitionistic Fuzzy Homotopy Theory. *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*. 20(2), 31-36.
- Çitil, M., Tuğrul, F. (2016). Some Intuitionistic Fuzzy Operators. *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets* 22(4), 1-5.
- Çitil, M., Tuğrul, F. (2018). Some New Equalities on the Intuitionistic Fuzzy Modal Operators. *Sakarya University Journal of Science*. 22(6), 1524-1531.
- Çitil, M., (2019). Application of the Intuitionistic Fuzzy Logic in Education. *Communications in Mathematics and Applications*. 10(1), 131-143. DOI: 10.26713/cma.v10i1.964.
- Çitil, M., Tuğrul, F., Yılmaz, B. (2019). An Application of Multi Criteria Decision Making: Ranking of School Success. *Celal Bayar University Journal of Science*. 15(1), 45-50. Doi: 10.18466/cbayarfbe.442031.
- Coğaltay, N. (2017). The Effect of Locus of Control on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.161-170). Springer.

- Çoğaltay, N., Karadağ, E. (2017). The Effect of Collective Teacher Efficacy on Student Achievement. Karadağ, E.(Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.215-226). Springer.
- Çolak, İ., Yorulmaz, Y.İ., Altınkurt, Y. (2017). MSKU Eğitim Fakültesi Dergisi. 4(1), 20-32.
- Çuvalcıoğlu, G. (2013a). Controlled Set Theory. Bogolyubov Readings DIF-2013, Ukraine, 342.
- Çuvalcıoğlu, G. (2013b). <http://beyazgazete.com/video/anahaber/cnn-turk-12/2013/02/23/akilli-randevu-sistemi-381179.html>.
- Çuvalcıoğlu, G. (2014). Some Properties of Controlled Set Theory. Notes on Intuitionistic Fuzzy Set. 20(2), 37-42.
- Çuvalcıoğlu, G., Aykut, E. (2015). An Application of Some Intuitionistic Fuzzy Modal Operators to Agriculture. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets. 21(2), 140-149.
- Çuvalcıoğlu, G., Yorulmaz, Y. (2016). New Intuitionistic Fuzzy Level Sets. IFSCOM 2016, Conference Paper. Mersin, Turkey.
- Çuvalcıoğlu, G. (2017a). <https://www.tarim.com.tr/Yapay-Zeka-Ile-Tarim-Yapilabilecek,35878h>.
- Çuvalcıoğlu, G. (2017b). <https://www.hurriyet.com.tr/yapay-zekayla-ilaclama-toprak-analizi-ve-sulam-40362390>.
- Çuvalcıoğlu, G., Tarsuslu, S., Bal, A., Artun, G. (2018). Intuitionistic Fuzzy Modal Operators in Intelligent System for Pesticide and Fertilization. Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics. 16(1), 117-132. <https://doi.org/10.30948/afmi.2018.16.1.117>.
- Çuvalcıoğlu, G., Bureva, V., Michalikova, A. (2019). Intercriteria Analysis Applied to University Ranking System of Turkey. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets. 25(4), 90-97. DOI: 10.7546/nifs.2019.25.4.90-97.
- Dağdeviren, M. (2008). Decision Making in Equipment Selection: An Integrated Approach with AHP and PROMETHEE. Journal of Intelligent Manufacturing, 19, 397-406.
- Dağdeviren, M., Eraslan, E. (2008). PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. 23(1), 69-75.
- Dam, H. (2008). Öğrencinin Okul Başarısında Aile Faktörü. Hitit Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi. 7(14), 75-99.
- Dammak, F., Baccour, L., Alimi, A.M. (2020). Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE II Technique for Multi-Criteria Decision Making Problems Based on Distance and Similarity Measures. 2020 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), Glasgow, United Kingdom. 1-8. doi: 10.1109/FUZZ48607.2020.9177619.
- Danişman, Ş. (2017a). The Effect of Self-regulation on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.133-160). Springer.
- Danişman, Ş. (2017b). The Effect of Expectation on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.227-246). Springer.

- Danişman, Ş. (2017c). The Effect of Parent Involvement on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.271-290). Springer.
- Darende, P. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Bölgesel Yatırımlarının Sezgisel Bulanık Mantık Yöntemi İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi.
- D’Avignon, G.R., Mareschal, B. (1989). Specialisation of Hospital Services in Quebec. An Application of the PROMETHEE and GAIA Methods. Mathematical and Computer Modelling, vol.12, 10(11), 1393-1400.
- Deal, T.E., Peterson, K.D. (2009). Shaping School Culture Pitfalls, Paradoxes, and Promises (2nd ed.). USA: Jossey-Bass.
- Deci, E. L., Ryan, R. M. (2002). Handbook of Selfdetermination Research. Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Demirtaş, S. (2011). Çocuklar İ cin Aile İ lişkileri Ölçeğinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi.
- Dubo, H., Dong, H. (2020). Supply Chain Quality Performance Evaluation Model Based on Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE. E3S Web of Conferences 214, 03036, EBLDM. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021403036>.
- Dubois, Ph., Brans, J.P., Cantraine, F., Mareschal, B. (1989). MEDICIS: An Expert System for Computer-Aided Diagnosis Using the PROMETHEE Method. EJOR, vol. 39, 284-292.
- Dulay, S. (2017). The Effect of Self-concept on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.117-132). Springer.
- Dulay, S., Karadağ, E. (2017). The Effect of School Climate on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.199-214). Springer.
- Durna, E., Koz, G., Genç, N. (2019). Türkiye’de Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Yönetiminde En Uygun Bertaraf Seçeneğinin PROMETHEE ve Bulanık PROMETHEE Yöntemi ile Belirlenmesi. Politeknik Dergisi. 23(4), 915-927.
- Durucasu, H., Aytekin, A., Saraç, B., Orakçı, E. (2017). Current Application Fields of ELECTRE and PROMETHEE: A Literature Review. The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems. 5(2), 230-270.
- Dweck, C.S. (1986). Motivational Processes Affecting Learning. American Psychologist. 41, 1040-1048.
- Ecer, F. (2007). Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar mı Yamuk Bulanık Sayılar mı?. Gazi Üniversitesi İ ktisadi ve İ dari Bilimler Fakültesi Dergisi. 9(2), 161-180.
- Efe, B., Yerlikaya, M.A., Efe, Ö.F. (2016). İş Güvenliğinde Bulanık PROMETHEE Yöntemiyle Hata Türleri ve Etkilerinin Analizi: Bir İnşaat Firmasında Uygulama. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6(2), 126-137.

- Eker, E. (2016). Sezgisel Bulanık Mantık ve Kümeler Üzerindeki Cebirsel İşlemler. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Engin, A.O., Özen, Ş., Bayoğlu, V. (2009). Öğrencilerin Okul Öğrenme Başarılarını Etkileyen Bazı Temel Değişkenler. *Journal of the Institute of Social Sciences*. 3, 125-156.
- Epstein, J.L., Hollifield, J.H. (1996). Title I and School-Family-Community Partnerships: Using Research to Realize the Potential. *Journal of Education for Students Placed at Risk*, 1(3), 263-278.
- Epstein, J.L., Salinas, K. (2004). Partnering with Families and Communities. *Educational Leadership*, 61(8), 12-18.
- Epstein, J.L. (2010). School/family/community Partnerships: Caring for the Children We Share. *Phi Delta Kappan*, 92(3), 81-96.
- Ersen, H.Y. (2019). Sezgisel Bulanık Sayılar ile Reel Opsiyon Değerlemesi ve Güneş Enerjisi Yatırımı Uygulaması. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Ertürk, S. (1972). Eğitimde Program Geliştirme. Yelkentepe Yayınları No:4. Ankara.
- Erzen, E. (2017). The Effect of Anxiety on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.75-94). Springer.
- Felder, R.M., Silverman, L.K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Feng, F., Xu, Z., Fujita, H., Liang, M. (2020). Enhancing PROMETHEE Method with Intuitionistic Fuzzy Soft Sets. *International Journal of Intelligent Systems*. 35(2), 1-34. DOI: 10.1002/int.22235.
- Fernandez-Castro A.S., Jimenez M. (2005). PROMETHEE: An Extension Through Fuzzy Mathematical Programming. *Journal of the Operational Research Society*. 56, 119-122.
- Figueira, J. R., Greco, S., Roy, B., Slowinski R. (2010). Chapter 3: ELECTRE Methods: Main Features and Recent Developments, C. Zopounidis and P.M. Pardalos (eds.), *Handbook of Multicriteria Analysis, Applied 51 Optimization 103*, DOI 10.1007/978-3-540-92828-7-3.
- Fishbein, M., Ajzen, I. (1977). Attitude-Behavior Relations: A Theoretical Analysis and Review of Empirical Research. *Psychological Bulletin*, 84(5), 888.
- Fryer, L.K. (2015). Predicting Self-Concept, Interest and Achievement for First-Year Students: The Seeds of Lifelong Learning. *Learning and Individual Differences*, 38, 107-114.
- Garcia, J.N. (2014). Teacher and Parental Beliefs and Expectations of Parental Involvement and How It Relates to Student Academic Achievement (Doctoral Dissertation). Texas State University, Proquest Dissertation Publishing, (UMI Number: 3681031).
- Gelashvili, T. (2019). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Performans Değerlendirmesi: AHP, TOPSIS ve PROMETHEE Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Geldermann J., Spengler, T., Rentz, O. (2000). Fuzzy Outranking for Environmental Assessment. Case Study: Iron and Steel Making Industry. *Fuzzy Set Systems*. 115, 45-65.

- Genç, T. (2014). GAIA Grafik Gösteriminin Notasyonu, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, XIV. Uluslararası Ekonometri Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, ISSN: 1302-1842, 267-283.
- Genç, T., Dinçer, S.E. (2013). Visual Analysis for Multi Criteria Decision Problems by PROMETHEE Method and GAIA Plane: An Application, Determine the Level of Regional Socio-Economic Development in Turkey, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15(2), 111-130.
- Genç, T., Masca, M. (2013). TOPSIS ve PROMETHEE Yöntemleri İle Elde Edilen Üstünlük Sıralamalarının Bir Uygulama Üzerinden Karşılaştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, XV(II), 539-566.
- Gerdes, H., Mallinckrodt, B. (1994). Emotional, Social and Academic Adjustment of College Students: A Longitudinal Study of Retention. Journal of Counseling & Development, 72, 281-288.
- Gibson, S., Dembo, M. H. (1984). Teacher Efficacy: A Construct Validation. Journal of Educational Psychology, 76(4), 569-582.
- Goddard, R.D. (2001). Collective Efficacy: A Neglected Construct in the Study of Schools and Student Achievement. Journal of Educational Psychology, 93(3), 467-476.
- Goumas, M., Lygerou, V. (2000). An Extension of the PROMETHEE Method for Decision Making in Fuzzy Environment: Ranking of Alternative Energy Exploitation Projects. European Journal of Operational Research. 123, 606-613.
- Gökalp, E. (2018). Kontrollü Kümelerde Cebirsel İşlemler. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi.
- Gömleksiz, M.N., Kan, A.Ü. (2013). Sosyal Bilgiler Dersi Tutum Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 23(2), 139-148.
- Gruenert, S.W. (1998). Development of a School Culture Survey. Doctoral Dissertation, University of Missouri-Columbia, the USA.
- Guay, F., Ratelle, C.F., Roy, A., Litalien, D. (2010). Academic Self-Concept, Autonomous Academic Motivation, and Academic Achievement: Mediating and Additive Effects. Learning and Individual Differences, 20(6), 644-653.
- Gupta, R., Sachdeva, A., Bhardwaj, A. (2012). Selection of Logistic Service Provider Using Fuzzy PROMETHEE for a Cement Industry. Journal of Manufacturing Technology Management. 23(7), 899-921.
- Gül, M., Celik, E., Gumus, A.T., Guneri, A.F. (2018). A Fuzzy Logic Based PROMETHEE Method for Material Selection Problems. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 7, 68-79.
- Güler, M. (2017). The Effect of Goal Orientation on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.291-308). Springer.
- Güney, C. (2017). Visual PROMETHEE ile Yatırımcılar Açısından Sektörlerin Değerlendirilmesi. TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi, 9(İlkbahar) 34,177-187.

- Günter, Y. (2019). Sezgisel Bulanık Kümelere Dayalı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi.
- Gürşen Otacıoğlu, A.S. (2008). Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerileri ile Öz güven Düzeylerinin İncelenmesi. Educational Sciences: Theory & Practice. 8(3), 893-924.
- Halaç, O. (1991). Kantitatif Karar Verme Teknikleri: Yöneylem Araştırması, Alfa Yayınları, ISBN: 978-975-316-740-6.
- Halouani, N., Chabchoub, H., Martel, J.M. (2007). PROMETHEE-MD-2T Method for Project Selection. European Journal of Operational Research. 195, 841-849.
- Halpin, A.W., Croft, D.B. (1962). The Organizational Climate of Schools. Chicago: Midwest Administrative Center, The University of Chicago.
- Harsanyi, J.C. (1955). Cardinal Welfare, Individualistic Ethics and Interpersonal Comparisons of Utility. J. Political Econ. 63, 309-321.
- Ho, C. (2006). Applying Fuzzy Multicriteria Decision-Making for Evaluating ERP System Development Methods and Implementation Strategies. Yüksek Lisans Tezi. I-Shou Üniversitesi, Bilgi Yönetimi Bölümü.
- Hough, D.L., Schmitt, V.L. (2011). An Ex Post Facto Examination of Relationships Among the Developmental Designs Professional Development Model/Classroom Management Approach, School Leadership, Climate, Student Achievement, Attendance, and Behavior in High Poverty Middle Grades Schools. Middle Grades Research Journal, 6(3), 163-176.
- Hugonard, J.C., Roy, B. (1982). Classement des prolongements des lignes de metro en banlieue parisienne: Presentation d'une methode multicritere originale, Compte Rendus des 14e journees du groupe de travail europeen sur l'aide a la Decision multicritere, European Institute for Advanced Studies in Management, Brussels.
- Hwang, C.L., Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. New York: Springer-Verlag.
- Hwang, C.L., Lai, Y.J., Liu, T.Y. (1993). A New Approach for Multiple Objective Decision Making. Computers and Operational Research. 20 (8): 889-899. doi:10.1016/0305-0548(93)90109-v.
- Hyde, K., Maier, H., Colby, C. (2003). Incorporating Uncertainty in the PROMETHEE MCDA Method. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis. 12. 245-259.
- İmamoğlu, G. (2015). Analitik Ağ Süreci ve PROMETHEE Teknikleri ile Hastane Yer Seçimi: Trabzon Örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Judge, T.A., Erez, A., Bono, J.E. (1998). The Power of Being Positive: The Relation Between Positive Self-Concept and Job Performance. Human Performance. 11(2-3), 167-187.
- Jussim, L. (1986). Self-Fulfilling Prophecies: A Theoretical and Integrative Review. Psychological Review, 93(4), 429-445.
- Kabadayı, N., Dağ, S. (2017). Bulanık DEMATEL ve Bulanık PROMETHEE Yöntemleri ile Kablo Üretiminde Makine Seçimi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal

- Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi. 7(14), 239-260.
- Kaplan, A., Maehr, M.L. (2007). The Contributions and Prospects of Goal Orientation Theory. *Educational Psychology Review*, 19(2), 141-184.
- Kaplan, A. (2008). Clarifying Metacognition, Self-Regulation, and Self-Regulated Learning: What's the Purpose? *Educational Psychology Review*, 20, 477-484.
- Kara, Y., Gelbal, S. (2013). İlköğretim Öğrencilerinin Başarılarını Etkileyen Özelliklerin Tam Sıralama Halinde İkili Karşılaştırmalar Yöntemiyle Ölçeklenmesi. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*. 4(1), 33-51.
- Karadağ, E. (2017a). The Effect of Social Adjustment on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.259-270). Springer.
- Karadağ, E. (Ed.). (2017b). *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*. Springer. ISBN 978-3-319-56082-3. DOI 10.1007/978-3-319-56083-0.
- Karadağ, E., Bektaş, F., Çoğaltay, N., Yalçın, M. (2015). The Effect of Educational Leadership on Students' Achievement: A Meta-Analysis Study. *Asia Pacific Educ. Rev.* 16,79-93. DOI: 10.1007/s12564-015-9357-x.
- Karadağ, E., İşçi, S., Öztekin, Ö., Anar, S. (2016). The Relationship Between School Climate and Students' Academic Achievement: A Meta-Analysis Study. *İnönü University Journal of the Faculty of Education*, 17(2), 107-122. DOI:10.17679/iuefd.17294446.
- Karadağ, E., Bektaş, F., Çoğaltay, N., Yalçın, M. (2017). Chapter 2: The Effect of Educational Leadership on Students' Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.11-34). Springer.
- Karan, İ. (2012). Ortaöğretim Öğrencileri İçin Çok Boyutlu Okul İklimi Algısı Ölçeğinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yeditepe Üniversitesi.
- Karatepe, M. (2019). Hata Türleri ve Etkileri Analizine Kural Tabanlı Sezgisel Bulanık Mantık Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi
- Kaufmann, A., Gupta, M. (1991). *Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Kaya, F., Oğurlu, Ü. (2015). The Relationship Among Self-Esteem, Intelligence, and Academic Achievement. *Journal of Human Sciences*, 12(1), 951-965.
- Keefe, J.W. (1979). Learning style: An Overview. *Student Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs*, 1, 1-17.
- Keyser, W.D., Peeters, P. (1994). A Note on the Use of PROMETHEE Multicriteria Methods, *European Journal of Operational Research*, 89,457-461.
- Knight, K.G. (2001). A Fuzzy Logic Model for Predicting Commercial Building Design Cost Overruns. Master of Science Thesis. University of Alberta.
- Kocmanova, A., Docekalova, M., Lunacek, J. (2013). PROMETHEE-GAIA Method as a Support of the Decision Making Process in Evaluating Technical Facilities. 10th

- International Symposium on Environmental Software Systems(ISESS),Oct,Neusiedl am See, Austria. 44-53, DOI: 10.1007/978-3-642-41151-9-5. hal-01457494.
- Koçel, T. (2001). İşletme Yöneticiliği, 8. Baskı Beta Basım Yayım Dağıtım, ISBN: 978-605-242-581-7.
- Koçyiğit, M. (2017). The Effect of School Culture on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.183-198). Springer.
- Koyuncu, F. (2013). Entropi ile Ağırlıklandırılmış Sezgisel Bulanık Mantık-Gri İlişki Analiz Tabanlı Tedarikçi Seçim Modeli. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi.
- Köksalan, M., Wallenius, J., Zionts, S. (2011). Multiple Criteria Decision Making- From Early History to 21st Century, World Scientific, s.1-11.
- Körük, S. (2017). The Effect of Self-Esteem on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies, (s.247-258). Springer.
- Krishankumar, R., Ravichandran, K.S., Saeid, A.B. (2017). A New Extension to PROMETHEE Under Intuitionistic Fuzzy Environment for Solving Supplier Selection Problem with Linguistic Preferences. Applied Soft Computing. 60, 564-576. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2017.07.028>.
- Krüger, M., Scheerens, J. (2012). Conceptual Perspectives on School Leadership. In Scheerens, J. (Ed.), School Leadership Effects Revisited: A Review and Meta-Analysis of Empirical Studies. Berlin: Acid-Free Paper.
- Kutlu, F. (2011). Intuitionistic Fuzzy Topolojik Uzaylarda İşlemler. Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Kutlu, F. (2016). Fuzzy, Intuitionistic Fuzzy ve Temporal Intuitionistic Fuzzy Küme Teorisinde Uzaklık-Benzerlik Ölçüleri ve Topolojik Özellikler. Doktora Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Kutlu, F., Tuğrul, F., Çitil, M. (2020). Introduction to Temporal Intuitionistic Fuzzy Approximate Reasoning. Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Ser. A1 Math. Stat. 69(1), 232-251. DOI: 10.31801/cfsuasmas.540529.
- Kücü, H. (2007). PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Personel Seçimi ve bir İşletmede Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- Le Teno, J.F., Mareschal, B. (1998). An Interval Version of PROMETHEE for the Comparison of Building Products' Design with Ill-Defined Data on Environmental Quality. European Journal of Operational Research. 109, 522-529.
- Lee, V., Smith, J., Perry, T., Smylie, M. (1999). Social support, academic press, and student achievement: A view from the middle grades in Chicago. Chicago, IL: A Report of the Chicago Annenberg Research Project.
- Li, D.F. (2014). Decision and Game Theory in Management with Intuitionistic Fuzzy Sets. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Liang, Y. (2001). Dynamic Strategic Planning and Justification Systems for Advanced Manufacturing

- Technology Acquisition. Master of Science Thesis. University of Windsor.
- Liao, T.H. (2009). Automatic Program Design Framework in PC-BASE Equipment Research. Yüksek Lisans Tezi. I-Shou Üniversitesi, Bilgi Yönetimi Bölümü.
- Liao, H., Xu Z.S. (2014). Multi-Criteria Decision Making with Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE. *Journal of Intelligent Fuzzy Systems*. 27, 1703-1717.
- Liu P., Guan Z. (2009). Evaluation Research on the Quality of the Railway Passenger Service Based on the Linguistic Variables and the Improved PROMETHEE-II Method. *Journal of Computers*. 4(3), 265-270.
- Loo, R. (2002). A meta-analytic examination of Kolb's learning style preferences among business majors. *Journal of Education for Business*. 77, 252-256.
- Mahmoudi, A., Sadi-Nezhad, S., Makui, A. (2015). An Extended Fuzzy PROMETHEE Based on Fuzzy Rule Based System for Supplier Selection Problem. *Indian Journal of Science and Technology*. 8(31).
- Majumder, M. (2015). Chapter 2 Multi Criteria Decision Making, *Springer Briefs in Water Science and Technology*, DOI:10.1007/978-981-4560-73-3-2.
- Marsh, H.W., Martin, A.J. (2011). Academic Self-Concept and Academic Achievement: Relations and Causal Ordering. *British Journal of Educational Psychology*, 81, 59-77.
- Martin, J.M., Fajardo, W., Blanco, A., Requena, I. (2003). Constructing Linguistic Versions for the Multicriteria Decision Support Systems Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation I and II. *International Journal of Intelligent Systems*. 18, 711-731.
- Midgley, C., Kaplan, A., Middleton, M., Maehr, M. L., Urdan, T., Anderman, L. H., et al. (1998). The Development and Validation of Scales Assessing Students' Achievement Goal Orientations. *Contemporary Educational Psychology*, 23(2), 113-131.
- Mladineo, N., Babic, Z., Milicic, M., Plazibat, N. (1989). Optimal Location Choice for Power Plants in Dalmatia by the PROMETHEE Methods. EURO IX, Paris, France.
- Mladineo, N., Grabovac, J. (1988). The Application of Multicriteria Analysis in the Selection of the Optimal Renewable Energy Sources for Tourist Facilities. *Proceedings Zbornik Radova, Yugoslavia*, 110-121.
- Montajabiha, M. (2016). An Extended PROMETHEE II Multi-Criteria Group Decision Making Technique Based on Intuitionistic Fuzzy Logic for Sustainable Energy Planning. *Group Decision Negot.* 25, 221-244. DOI:10.1007/s10726-015-9440-z.
- Murat, S., Kazan, H., Coskun, S. (2015). An Application for Measuring Performance Quality of Schools by Using the PROMETHEE Multi-Criteria Decision Making Method. *Procedia- Social and Behavioral Sciences, World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship*, 195, 729-738.
- Muse, L. A., Harris, S. G., Feild, H. S. (2003). Has the Inverted-U Theory of Stress and Job Performance had a Fair Test? *Human Performance*. 16(4), 349-364. http://doi.org/10.1207/S15327043HUP1604_2.

- Mushtaq, I., Khan, S.N. (2012). Factors Affecting Students' Academic Performance. *Global Journal of Management and Business Research*. 12(9), 16-22.
- Nehi, H.M. (2010). A New Ranking Method for Intuitionistic Fuzzy Numbers. *Int. J. Fuzzy Syst.* 12, 80-86.
- Nuhoglu, H. (2008). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik bir Tutum ölçeğinin Geliştirilmesi. *İlköğretim-Online*. 7(3), 627-639.
- Olçay, A., Döş, İ. (2009). Ortaöğretimde Başarıyı Olumsuz Etkileyen Unsurların Öğrenci Boyutuyla Tespitine Yönelik Bir Uygulama. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 8(1), 131-155.
- Olson, D.L. (2001). Comparison of Three Multicriteria Methods to Predict Known Outcomes. *European Journal of Operational Research*. 130(3), 576-587.
- Organ, A. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Bulanık PROMETHEE Yönteminin Konteynır Seçiminde Uygulanması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 12(45), 252-269.
- Önal, N. (2013). Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Tutumlarına Yönelik Ölçek Geliştirme Çalışması. *İlköğretim-Online*. 12(4), 938-948. [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr>.
- Öncü, H. (2012). Akademik Özyeterlik Ölçeğinin Türkçe'ye Uyarlanması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 13(1), 183-206.
- Öz, O. (2020). Ülke Riskinin PROMETHEE Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Özdemir, D. (2019). PROMETHEE Yöntemi ile Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Sıralanması. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi.
- Özen, S.O. (2017). Chapter 3: The Effect of Motivation on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.35-56). Springer.
- Özerbaş, M.A. (2003). Bilgisayar Destekli Bağlaışık Öğretimin Öğrenci Başarısı, Motivasyonu ve Transfer Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi.
- Özguven, N. (2012). PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Özel Alışveriş Siteleri Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 27, 195-201.
- Özkan, İ. (1994). Benlik saygısını etkileyen etkenler. *Düşünen Adam*. 7(3), 4-9.
- Papathanasiou, J., Ploskas, N. (2018). Chapter 3: PROMETHEE. *Multiple Criteria Decision Aid, Springer Optimization and Its Applications*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-91648-4-3>.
- Park, Y., Kim, T.S., Park, S.W. (2016). Change in Goal Orientation of Korean High School Athletes: A Cross-Temporal Meta-Analysis, 1999-2014. *Personality and Individual Differences*, 94, 342-347.
- Pena, D.C. (2000). Parent involvement: Influencing Factors and Implications. *The Journal of Educational Research*, 94(1), 42-54.
- Peng, Y., Kou, G., Li, J. (2014). A Fuzzy PROMETHEE Approach for Mining Customer Reviews in Chinese. *Arab Journal Sci Eng*. 39, 5245-5252.

- Pintrich, P.R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686.
- Pintrich, P. R., Schunk, D. H. (2002). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications* (2nd Ed.). Columbus, Ohio: Merrill Prentice Hall.
- PROMETHEE- GAIA Software. Visual PROMETHEE. <http://www.promethee-gaia.net/software.html>
- Putwain, D. W., Best, N. (2011). Fear Appeals in the Primary Classroom: Effects on Test Anxiety and Test Grade. *Learning and Individual Differences*. 21(5), 580-584.
<http://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.07.007>.
- Radojevic, A., Petrovic S., Radojevic D. (1997). A Fuzzy Approach to Preference Structure in Multicriteria Ranking. *International Transactions in Operational Research*. 4,419-430.
- Rani, P., Jain, D. (2017). Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE Technique for Multi-Criteria Decision Making Problems Based on Entropy Measure. In: Singh M., Gupta P., Tyagi V., Sharma A., Ören T., Grosky W. (eds) *Advances in Computing and Data Sciences*. ICACDS 2016. *Communications in Computer and Information Science*. 721, 290-301. Springer, Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-10-5427-3_31.
- Reynolds, A.J., Walberg, H.J. (1992). A Process Model of Mathematics Achievement and Attitude. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(4), 306-328.
- Ribavoric, Z., Mladineo, N. (1987). Application of Multicriterional Analysis to the Ranking and Evaluation of the Investment Programmes in the Ready Mixed Concrete Industry. *Engineering Costs and Production Economics*, 12, 367-374.
- Ross, J. A., Gray, P. (2006). School Leadership and Student Achievement: The Mediating Effects of Teacher Beliefs. *Canadian Journal of Education*, 29(3), 798-822.
- Rotter, J.B. (1966). Generalized Expectancies for Internal vs. External Control of Reinforcement. *Psychological Monographs*, 80, 1-28.
- Roy, B. (1968). Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE). *La Revue d'Informatique et de Recherche Operationnelle (RIRO)*, 8:57-75.
- Roy, B., Bertier, P. (1973). La methode ELECTRE II Une application au media planning. In OR'72, ed. M. Ross, 291-302. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Roy, B. (1973). How Outranking Relations Help Multicriteria Decision Making, Cochran and Zeleny, (Eds), *Multiple Criteria Decision Making*, University of South Carolina, Columbia.
- Roy, B. (1977a). Conceptual Framework for a Normative Theory of Decision Aid. Starr and Zeleny, (Eds), *Multiple Criteria Decision Making*, North Holland, Amsterdam.
- Roy, B. (1977b). Partial Preference Analysis and Decision Aid, The Fuzzy Outranking Concept. Bell and Keeny, (Eds), *Conflicting Objectives in Decision*, Wiley, New York.
- Roy, B. (1978). ELECTRE III: Un algorithme de rangement fonde sur une representation floue des preferences en presence de criteres multiples, *Cahiers Centre Etudes Rech. Oper.* 20(1).
- Rubie-Davies, C.M., Peterson, E., Irving, E., Widdowson, D., Dixon, R. (2010). Expectations of

- Achievement: Student, Teacher and Parent Perceptions. *Research in Education*, 83(1), 36-53.
- Saaty, T.L. (1980). *Analytic Hierarchy Process*. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online.
- Sapancı, A. (2014). Öğretmen Adaylarının Öğrenme Stilleri ile Akademik Başarıları Arasındaki İlişki. *E-AJI (Asian Journal of Instruction)*. 2(2), 60-68.
- Sarıer, Y. (2016). Türkiye’de Öğrencilerin Akademik Başarısını Etkileyen Faktörler: Bir Meta-Analiz Çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 31(3), doi:10.16986/HUJE.2016015868.
- Sarısoy, S.N. (2019). PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Portföy Oluşturma ve Borsa İstanbul’da 2010-2015 Yılları Arasında Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi.
- Sen, D.P., Datta, S., Patel, S.K., Mahapatra, S.S.(2014). Multi-Criteria Decision Making Towards Selection of Industrial Robot Exploration of PROMETHEE II method. Benchmarking: An International Journal. 22(3), 465-487.
- Sennaroğlu, B., Mutlu, M., Tuzkaya, G. (2016). An Interval Valued Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE Approach for Hospital Service Quality Evaluation. 12th International Conference on Fuzzy Logic and Intelligent Technologies in Nuclear Science (FLINS), Roubaix, France. 588-594.
- Senvar, Ö., Tuzkaya, G., Kahraman, C. (2014). Multi Criteria Supplier Selection Using Fuzzy PROMETHEE Method. Book: Supply Chain Management Under Fuzziness Recent Developments and Techniques. Studies in Fuzziness and Soft Computing. 21-34.
- Seven, M.A., Engin, A.O. (2008). Öğrenmeyi Etkileyen Faktörler. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 12(2), 189-212.
- Sezer, Ş. (2018). Okul Müdürlerinin Eğitimsel Liderlik Standartlarını Karşılama Düzeyi: Ölçek Geliştirme ve Uygulama Çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 19(1), 818-836.
- Shahmardan, A., Zadeh, M.H. (2013). An Integrated Approach for Solving a MCDM Problem, Combination of Entropy Fuzzy and F-PROMETHEE Techniques. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 6(4), 1124-1138.
- Shaughnessy, M.F. (1998). An interview with Rita Dunn about learning styles. *Clearing House*, 71(3), 141-146.
- Shavelson, R.J., Hubner, J.J., Stanton, G.C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46, 407-441.
- Simpson, R. D., Koballa, T. R., Jr., Oliver, J. S., Crawley, F. E. (1994). Research on the Affective Dimensions of Science Learning. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. 211-234. New York: Macmillan.
- Sölpük, N. (2017). The Effect of Attitude on Student Achievement. Karadağ, E. (Ed.), *The Factors Effecting Student Achievement Meta-Analysis of Empirical Studies*, (s.57-74). Springer.
- Söylemez, R. (2013). Sezgisel Fuzzy Hiper Yapıların Birinci ve İkinci Tip Modal Operatörlerle İlişkileri. Doktora Tezi. Mersin Üniversitesi.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., Lushene, R. E. (1970). *STAI Manual for the State-Trait Anxiety*

- Inventory. Self-Evaluation Questionnaire. California: Consulting Psychologists Press. Retrieved from papers3://publication/uuid/36197058-7045-4EDD-B5E1-8D20C4D309AF.
- Surchev, S., Petkov, T., Sotirov, S. (2018). An Application of Hierarchical Method Approach of Self Clustering Algorithm Using Self Organizing Map Neural Network. 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA), Bourgas, Bulgaria. 1-4, doi: 10.1109/SIELA.2018.8447144.
- Szmidt, E., Kacprzyk, J. (2009). Amount of Information and Its Reliability in the Ranking of Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Alternatives, in: E. Rakus-Andersson, R.R. Yager, N. Ichalkaranje, L. Jain, ed. Recent Advances in Decision Making (Studies in Computational Intelligence), Berlin, Germany: Springer, 7-19.
- Şahin, A., Akkaya, G.C. (2013). PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Portföy Oluşturma Üzerine Bir Uygulama. Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi. 2(2), 67-81.
- Şirin, S.R. (2005). Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research. Review of Educational Research, 75(3), 417-453.
- Tarsuslu, S., Çuvalcıoğlu, G. (2016). On Study of Some Intuitionistic Fuzzy Operators for Intuitionistic Fuzzy Algebraic Structures. Journal of Fuzzy Set Valued Analysis. 3, 317-325. DOI: 10.5899/2016/jfsva-00349.
- Tarsuslu, S. (2018). Intuitionistic Fuzzy ω -Cebir ve Homomorfiler. Doktora Tezi. Mersin Üniversitesi.
- Taşlıtarla, Ö.A. (1998). Matematik Başarısını Etkileyen Faktörler. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2020a). 2023 Eğitim Vizyonu. Erişim Linki: <https://2023vizyonu.meb.gov.tr/>.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2020b). Ortaöğretim Kurumlarına İlişkin Merkezi Sınav. Erişim Linki: http://www.meb.gov.tr/meb_sinavindex.php?KATEGORI=34-35-36-37&B=7
- Terzi, A.R. (2005). İlköğretim Okullarında Örgüt Kültürü. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi. 43, 423-442.
- Tschannen-Moran, M., Woolfolk Hoy, A., Hoy, W.K. (1998). Teacher Efficacy: Its Meaning and Measure. Review of Educational Research, 68(2), 202-248.
- Tschannen-Moran, M., Barr, M. (2004). Fostering Student Learning: The Relationship of Collective Teacher Efficacy and Student Achievement. Leadership and Policy in Schools, 3(3), 189-209.
- Tuğrul, F. (2017). Bazı Intuitionistic Fuzzy Operatörlerin Özellikleri Üzerine. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Tuğrul, F., Çitil, M., Gezercan, M. (2017). Application of Intuitionistic Fuzzy Sets in High School Determination via Normalized Euclidean Distance Method. Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets. 23(1), 42-47.
- Tuğrul, F., Yılmaz, B., Çitil, M. (2018). School Success Ranking in Multi Criteria Decision Making. Proceedings of International Conference on Mathematics and Mathematics Education (ICMME 2018). Turk. J. Math. Comput. Sci. 10, 1-6.

- Tuğrul, F., Yılmaz, B., Çitil, M. (2019a). Application of Ranking with Similarity Measure in Multi Criteria Decision Making. *Konuralp Journal of Mathematics*. 7(2), 438-441.
- Tuğrul, F., Çitil, M., Balci, S. (2019b). On the Determination Students' Aptitude Using Intuitionistic Fuzzy Logic. *Journal of Universal Mathematics*. 2(1), 36-41.
- Tuğrul, F., Çitil, M., Karasolak, B., Dağlı, M. (2020). Interpretation of Physical Conditions of Schools with Fuzzy Multi Criteria Decision Making. *Journal of Universal Mathematics*. 3(1), 46-52.
- Tuğrul, F., Çitil, M. (2021). A New Perspective on Evaluation System in Education with Intuitionistic Fuzzy Logic and PROMETHEE Algorithm. *Journal of Universal Mathematics*. 4(1), 13-24. DOI: 10.33773/jum.796173.
- Tukuş, L. (2010). (Benlik Saygısı Değerlendirme Ölçeği-Kısa Formu) Türkçe Güvenilirlik ve Geçerlilik Çalışması. Uzmanlık Tezi. Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Tureng. (2021). The Tureng Multilingual Dictionary, <https://tureng.com>.
- Tuzkaya, G., Gülsün, B., Kahraman, C., Özgen, D. (2010). An Integrated Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methodology for Material Handling Equipment Selection Problem and an Application. *Expert Systems with Applications*. 37, 2853-2863.
- Tuzkaya, G., Özgen, D. , Gülsün, B. (2011). Malzeme Taşıma Sistemi Alternatiflerinin Değerlendirilmesinde Bulanık PROMETHEE Yaklaşımı. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. 12(1), 144-155.
- Tuzkaya, U.R., Yılmaz, B., Tuzkaya, G., Sennaroğlu, B. (2016). Evaluation of the Parking Lots by Using Interval Valued Intuitionistic Fuzzy PROMETHEE Approach: An Example for İstanbul. *Uncertainty Modelling in Knowledge Engineering and Decision Making*. 943-947. https://doi.org/10.1142/9789813146976_0146.
- Tuzkaya, G., Sennaroğlu, B, Kalender, Z.T., Mutlu, M. (2019). Hospital Service Quality Evaluation with IVIF-PROMETHEE and a Case Study. *Socio-Economic Planning Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.04.002>.
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri, Genel Türkçe Sözlük, Erişim Adresi: <https://sozluk.gov.tr>
- Ustasüleyman, T., Çelik, P. (2015). AHS ve Bulanık PROMETHEE Yöntemleriyle Destinasyon Seçimini Etkileyen Faktörlerin Önem Derecesinin Belirlenmesi ve En Uygun Destinasyon Seçimi. *International Journal of Economic and Administrative Studies*. 7(14), 85-102.
- Uygurtürk, H., Korkmaz, T. (2015). Türkiye'deki A Grubu Seyahat Acentalarının Tercih Sıralamasının PROMETHEE Yöntemi ile Belirlenmesi. *Business and Economics Research Journal*. 6(2), 141-155.
- Vallerand, R.J., Blais, M.R., Briere, N.M., Pelletier, L.G. (1989). Construction et validation de l'Echelle de Motivation en Education (EME). *Revue canadienne des sciences du comportement*, 21, 323-349.
- Vallerand, R.J., Pelletier, L.G., Blais, M.R., Briere, N.M., Senecal C., Vallieres, E.F. (1992). The Academic Motivation Scale: A Measure of Intrinsic, Extrinsic, and Amotivation in Education. *Educational and Psychological Measurement*, 52, 1003-1017.

- Vassilev, V., Genova, K., Vassileva, M. (2005). A Brief Survey of Multicriteria Decision Making Methods, *Bulgarian Academy of Sciences Cybernetics and Information Technologies*, 5(1).
- Vetschera, R., Almeida, A.T. (2012). A PROMETHEE-Based Approach to Portfolio Selection Problems. *Computers & Operations Research*. 39(2012), 1010-1020.
- Vinodh, S., Girubha, R.J. (2012). PROMETHEE Based Sustainable Concept Selection. *Applied Mathematical Modelling*. 36(2012), 5301-5308.
- Vulevic, T., Dragovic, N. (2017). Multi-Criteria Decision Analysis for Sub-Watersheds Ranking Via the PROMETHEE Method. *International Soil and Water Conservation Research*. 5(2017), 50-55.
- Wang, J., Sun, T. (2008). Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Method Based on Prospect Theory. *International Conference on Information Management. Innovation Management and Industrial Engineering*.
- Wang, T.C., Chen, L.Y., Chen, Y.H. (2008). Applying Fuzzy PROMETHEE Method for Evaluating IS Outsourcing Suppliers. *Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*.
- Wigfield, A., Eccles, J.S. (2002). The Development of Competence Beliefs, Expectancies for Success, and Achievement Values from Childhood Through Adolescence. In G. Phye (Ed.), *Development of Achievement Motivation*. 91-120. San Diego: Academic Press.
- Wren, D.G., Benson, J.(2004). Measuring Test Anxiety in Children: Scale Development and Internal Construct Validation. *Anxiety, Stress & Coping*. 17(3), 227-240.
- Wu, Y., Xu, C., Ke, Y., Chen, K., Sun, X. (2018). An Intuitionistic Fuzzy Multi-Criteria Framework for Large-Scale Rooftop PV Project Portfolio Selection: Case study in Zhejiang, China. *Energy, Elsevier*. 143, 295-309. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.10.105>.
- Xu Z.S., Yager R.R. (2006). Some Geometric Aggregation Operators Based on Intuitionistic Fuzzy Sets. *International Journal of General Systems*. 35, 417-433.
- Xu, Z. (2007). Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 15(6), 1179-1187.
- Xu, Z.S. (2007b). Intuitionistic Preference Relations and Their Application in Group Decision Making. *Information Sciences*. 177(11), 2363-2379.
- Xu, Z.S. (2009). A Method for Estimating Criteria Weights from Intuitionistic Preference Relations. *Fuzzy Inf. Eng.* 1,79-89. DOI 10.1007/s12543-009-0006-0
- Xu, Z.S. (2014). Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 22(4), 749-761.
- Xu, Z.S., Zhao, N. (2016). Information Fusion for Intuitionistic Fuzzy Decision Making: An Overview. *Information Fusion*. 28, 10-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.inffus.2015.07.001>.
- Yager, R.R. (1981). A Procedure for Ordering Fuzzy Subsets of the Unit Interval. *Information Science*. 24, 143-161.
- Yager, R.R. (1988). On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multi-Criteria Decision

- Making. IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. 18, 183-190.
- Yalçın, E. (2012). İplik Yapımında Kullanılan Pamuk İçerisindeki Yabancı Maddelerin GPU Kullanılarak Sezgisel Bulanık Mantık ile Tespit Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Yetim, H. (2002). İlköğretim Öğrencilerinin Matematik ve Türkçe Derslerindeki Akademik Başarıları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Yıldırım, İ. (2006). Akademik Başarının Yordayıcısı Olarak Gündelik Sıkıntılar ve Sosyal Destek. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 30, 258-267.
- Yıldırım, A., Hacıhasanoğlu, R., Karakurt, P., Türkleş, S. (2011). Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi. 8(1), 905-921.
- Yıldırım, B.F., Önder, E. (2018). Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Yayıncılık, ISBN 978-605-247-004-6.
- Yıldırım, İ., Çırak-Kurt, S., Sen, S. (2019). The Effect of Teaching "Learning Strategies" on Academic Achievement: A Meta-Analysis Study. Eurasian Journal of Educational Research. 79, 87-114. DOI: 10.14689/ejer.2019.79.5.
- Yıldız, G. (2018). Sezgisel Bulanık Sayılara Dayalı Weibull Dağılımı Kullanılarak Yaşam Fonksiyonunun Tahmini ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi.
- Yılmaz, B., Dağdeviren, M. (2009). Ekipman Seçiminde Bulanık PROMETHEE Yönteminin Kullanılması. 9. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Eskişehir.
- Yılmaz, B. (2010). Ekipman Seçimi Problemi İçin Bulanık PROMETHEE ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Bütünleşik Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- Yılmaz, B., Dağdeviren, M. (2010). Ekipman Seçimi Probleminde PROMETHEE ve Bulanık PROMETHEE Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. 25(4), 811-826.
- Yılmaz, B., Dağdeviren, M. (2011). PROMETHEE için Decision Lab Yazılımı ve Örnek bir Problem Üzerinde Uygulanması. Endüstri Mühendisliği Yazılımları ve Uygulamaları Kongresi, 30 Eylül-1,2 Ekim, 95-105.
- Yılmaz, B., Dağdeviren, M. (2011). A Combined Approach for Equipment Selection: F-PROMETHEE Method and Zero-One Goal Programming. Expert Systems with Applications. 38, 11641-11650.
- Yılmaz, S. (2012). Intuitionistic Fuzzy Modal Operatörlerin Intuitionistic Fuzzy Yapılarla İlişkileri. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi.
- Yoon, K. (1987). A Reconciliation Among Discrete Compromise Situations. Journal of the Operational Research Society. 38(3): 277-286. doi:10.1057/jors.1987.44
- Yu, X., Xu, Z., Ma, Y. (2013). Prioritized Multi-Criteria Decision Making Based on the Idea of PROMETHEE. Information Technology and Quantitative Management (ITQM2013). Procedia Computer Science. 17, 449-456.
- Yurt, E., Bozer, E.N. (2015). Akademik Motivasyon Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması. Gaziantep

University Journal of Social Sciences. 14(3), 669-685.

- Yüksel, M., Dağdeviren, M., Kabak, M. (2018). An Analysis of the Factors Determining the Effectiveness of Chemistry Education by Using Fishbone Analysis and AHP-PROMETHEE Techniques. Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education. 12(1), 442-472.
- Yüksel, M., Dağdeviren, M. (2018). Kimya Eğitiminin Etkililiğini Belirleyen Faktörlerin Balık Kılçığı Analizi ve AHP-PROMETHEE Teknikleri ile İncelenmesi. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi. 12(1), 442-472. DOI: <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437833>.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets, Information and Control, 8, s.338-353.
- Zadeh, L.A. (1975). The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning-I. Information Sciences. 8, 199-249.
- Zeng, X., Li, D., Yu, G. (2014). A Value and Ambiguity-Based Ranking Method of Trapezoidal Intuitionistic Fuzzy Numbers and Application to Decision Making. Hindawi Publishing Corporation. The Scientific World Journal. DOI: 10.1155/2014/560582.
- Zhang, K., Kluck, C., Achari, G. (2009). A Comparative Approach for Ranking Contaminated Sites Based on the Risk Assessment Paradigm Using Fuzzy PROMETHEE. Environmental Management. 44, 952-967.
- Zimmerman, B.J., Schunk, D.H. (1989). Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theory, Research, and Practice. New York: Springer.
- Zimmerman, B.J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. Contemporary Educational Psychology, 25(1), 82-91.
- Zimmermann, H.J. (2001). Fuzzy Set Theory and Its Applications- Fourth Edition. Kluwer Academic Publishers.
- Zimmerman, B.J., Kitsantas, A. (2005). Homework Practices and Academic Achievement: The Mediating Role of Self-Efficacy and Perceived Responsibility Beliefs. Contemporary Educational Psychology, 30(4), 397-417.