

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALTERNATİF PAZARLAMA STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE
BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ BİR YAKLAŞIM**

YASİN TOPKARCI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. İHSAN KAYA**

İSTANBUL, 2013

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALTERNATİF PAZARLAMA STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE
BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ BİR YAKLAŞIM**

Yasin TOPKARCI tarafından hazırlanan tez çalışması 11.07.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. İhsan KAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. İhsan KAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Semih ÖNÜT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Alp ÜSTÜNDAĞ
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan bulanık karar verme Tip-2 metodları kullanılarak perakende sektöründe bayan giyim üzerine hizmet veren, önemli bir Pazar payına sahip firmada, karlılığı ve verimliliği arttırabilmek adına belirlenen alt grup için alternatif pazarlama stratejisi seçimi yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışma boyunca desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Doç.Dr. İhsan KAYA'ya, firma olarak tüm çalışmam boyunca bana destek olan Sayın Ali Yasir AKYAR'a ve Ahmet ERDEM'e, tüm eğitim hayatım boyunca yanımda olan aileme, çok değerli dostlarım Nevriye ÖZTÜRK, Onur ERTİK, Burak SEÇER, Mehmet Can AKSU, Tuğrul Cabir HAKYEMEZ ve Uğur SAĞLAM'a teşekkürü borç bilirim.

Mayıs, 2013

Yasin TOPKARCI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiv
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2.....	4
KARAR TEORİSİ	4
2.1 Karar Verme	4
2.2 Karar Verme Süreci	6
2.3 Çok Kriterli Karar Verme	9
2.4 Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Ortak Özellikleri	10
2.5 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	12
2.5.1 Ağırlıklı Toplam Yöntemi.....	13
2.5.2 Ağırlıklı Çarpım Yöntemi	14
2.5.3 Analitik Hiyerarşi Süreci.....	14
2.5.3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminde İzlenecek Adımlar	17
2.5.3.2 İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının kontrol edilmesi	21
2.5.4 Analitik Ağ Süreci	25
2.5.5 TOPSIS Metodu	26
2.5.6 ELECTRE Metodu	28

2.5.7 PROMETHEE Metodu.....	29
BÖLÜM 3.....	32
BULANIK MANTIK.....	32
3.1 Bulanık Mantık Kavramı	32
3.2 Bulanık Mantığın Tarihsel Gelişimi	34
3.3 Bulanık Küme Teoremi.....	35
3.4 Üyelik Fonksiyonu	37
3.4.1 Üçgen Bulanık Sayılar	41
3.4.2 Yamuk Bulanık Sayılar.....	42
3.4.3 Gaussian Üyelik Fonksiyonu	42
3.5 Bulanık Mantık Yaklaşımını Avantajları ve Dezavantajları.....	43
3.6 Bulanık Karar Verme	44
3.7 Bulanık Çok Kriterli Karar Verme	45
3.8 Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	46
3.9 Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci	46
3.10 Buckley Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci.....	48
BÖLÜM 4.....	50
TİP-2 BULANIK MANTIK.....	50
4.1 Tip-2 Bulanık Kümeler	50
4.2 Tip-2 Üyelik Fonksiyonları	51
4.3 Tip-2 Bulanık Kümeler Üzerinde İşlemler	52
4.4 Tip-2 Bulanık Kümelere Dayanan TOPSIS Yöntemi	53
BÖLÜM 5.....	57
UYGULAMA	57
5.1 Uygulama Çalışmasının Yapıldığı Firma Hakkında Bilgiler	57
5.2 Pazarlama Stratejisi Seçimi Problemi	58
5.3 Pazarlama Stratejisi Probleminde Kullanılan Kriterler.....	59
5.3.1 Alternatif Pazarlama Stratejisi Hiyerarşisi	63
5.4 Alternatif pazarlama Stratejileri Seçimi Probleminin Tip 2 Bulanık Mantığa Dayanan Topsis ile Çözümü	64
5.5 Buckley Bulanık AHS ile Hesaplanan Kriter Ağırlıklarının TOPSIS Uygulanması.....	73
5.6 Alternatif Durumlarla Duyarlılık Analizi	76
5.7 Buckley AHS için Tutarlılık Analizi	78
BÖLÜM 6.....	84
SONUÇ VE ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR.....	86
EK-A.....	89

KARAR VERİCİNİN ANA KRİTERLERİ DEĞERLENDİRMESİ.....	89
EK-B.....	91
MALİYET ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	91
EK-C.....	93
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	93
EK-D.....	95
KARLILIK ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	95
EK-E	97
MARKA DEĞERİ ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	97
ÖZGEÇMİŞ.....	99

SİMGE LİSTESİ

A_i	Alternatiflerin Ağırlıklı Toplam Skoru
a_{ij}	i Kriterinin j kriterine göre puanlaması
w_j	j Kriterinin Ağırlığı
A^+	Pozitif İdeal Çözüm
λ_{max}	En büyük Öz değer
A^-	Negatif İdeal Çözüm
C_i^+	i kriterinin pozitif çözüme uzaklığı
C_i^-	i kriterinin negatif çözüme uzaklığı
$\tilde{Y}_w$	Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi
w_j	j Kriterinin Ağırlığı
$\tilde{A}$	A Bulanık Kümesi
$\tilde{\tilde{A}}$	Tip-2 Bulanık Kümesi

KISALTMA LİSTESİ

AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
BAHS	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
MOM	Mean of Maximal
COA	Center of Area
AAS	Analitik Ağ Süreci
ATY	Ağırlıklı Toplam Yöntemi
AÇY	Ağırlıklı Çarpım Yöntemi
CI	Tutarlılık İndeksi

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Basit bir hiyerarşi modeli	18
Şekil 3.1 Üyelik Fonksiyonu	38
Şekil 3.2 Boy dilsel değişkeni ile klasik kümede karakteristik fonksiyon	39
Şekil 3.3 Boy dilsel değişkeni ile bulanık kümede üyelik fonksiyonu	39
Şekil 3.4 Sıcaklık dilsel değişkeni için klasik kümede karakteristik fonksiyon	41
Şekil 3.5 Üçgen Bulanık Sayı Gösterimi	41
Şekil 3.6 Yamuk Üyelik Fonksiyonu	42
Şekil 4.1 Tip-1 genelleştirilmiş üyelik fonksiyonu.....	52
Şekil 4.2 Tip-2 üçgen üyelik fonksiyonu	52
Şekil 5.1 Alternatif Pazarlama Stratejisi Belirlenmesi Hiyerarşik Yapısı.....	64

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Karşılaştırma Ölçeği.....	20
Çizelge 2.2 Rassal İndeks	23
Çizelge 3.1 Boy dilsel değişkeni için klasik kümenin karakteristik fonksiyonu.....	40
Çizelge 3.2 Boy dilsel değişkeni için bulanık kümenin üyelik fonksiyonu	40
Çizelge 3.3 Temel Bulanık aritmetik işlemler	41
Çizelge 3.4 Bulanık AHS Metotlarının karşılaştırılması.....	47
Çizelge 5.1 Alternatif Pazarlama Stratejisi Seçimi Problemi için Genel yapı.....	62
Çizelge 5.2 Tip-2 bulanık mantığa dayanan TOPSIS yöntemi dilsel ifadeler ve bulanık karşılıkları	65
Çizelge 5.3 Alternatiflerin Kriterler Bazında Değerlendirilmesi	65
Çizelge 5.4 Karar vericilerden elde edilen fij değerleri	66
Çizelge 5.5 Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi	68
Çizelge 5.6 wip değerleri.....	68
Çizelge 5.7 vij değerleri.....	69
Çizelge 5.8 Ağırlık Değerlerinin Dereceleri.....	71
Çizelge 5.9 Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler.....	71
Çizelge 5.10 Alternatiflerin İdeal Çözümlere Uzaklık Değerleri	72
Çizelge 5.11 Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyonları.....	73
Çizelge 5.12 Kriterlerin Ağırlık Değerleri	75
Çizelge 5.13 Alternatiflerin Nihai Sıralaması	75
Çizelge 5.14 2. Durum için Kriterlerin değerlendirilmesi	76
Çizelge 5.15 3. Durum için Kriterlerin değerlendirilmesi	76
Çizelge 5.16 3 farklı durum için alternatiflerin sıralaması	78

**ALTERNATİF PAZARLAMA STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE
BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ BİR YAKLAŞIM**

Yasin TOPKARCI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. İhsan Kaya

Ülke genelinde en fazla çalışan sayısına sahip sektörlerden perakende sektörü, gittikçe artan pazar payıyla her geçen gün büyümektedir. Bu artan pazar payı firmalar için önemli bir yatırım kaynağı haline gelmiş ve firmalar karlılıklarını arttırabilmek amacıyla birçok verimlilik ve strateji çalışmaları yapmışlardır. Asıl hedefin doğru ürünün doğru yerde ve doğru zamanda piyasaya sürmek olan firmalarda bu konuyla alakalı departmanlar açılmaktadır.

Firma çalışmalarına kendisine en çok katkıyı sağlayan alt grubu pareto analizi ile seçerek başlar. Daha sonra ise bu alt grupla ilgili olarak pazarlama stratejileri seçilir. Pazarlama stratejileri ürünlerle ilgili olarak maliyet, karlılık, adet ve sunum gibi hem müşteri odaklı hemde firma odaklı bilgiler içerirler. Bu çalışma içerisinde yapılan analiz ile belirlenen alt grup için bir pazarlama stratejisi seçilmeye çalışılmıştır.

Karar verme problemleri çoğu zaman birbiriyle çatışan kriterler içerirler. Bu kriterlerden tek ve en doğru seçimi yapabilmek için çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmaktadır. Bu çalışma içerisinde ise alternatif pazarlama stratejisi seçimi problemi içerdiği parametre ve kriter fazlalığı nedeniyle çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmıştır. Bulanık kümeler klasik küme anlayışını aksine sözel ifadeleri modellemede esneklik sağlamaktadır. Böylelikle olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçlar elde edilir. Bu nedenden dolayı bu çalışma içinde bulanık kümelerden yararlanılmıştır. Belirlenen stratejilerden firma için en yararlı olanın seçilmesi noktasında bulanık çok kriterli karar verme metodlarından

yararlanılmaya çalışılmış, bu noktada Tip-2 bulanık kümeler dayanan TOPSIS metoduyla uygulama çalışması yapılmıştır. Tip-2 bulanık kümeler Tip-1 kümelerine nazaran daha fazla parametre içerdiği için tasarım yapısı olarak daha kuvvetlidir. Tip-2 bulanık kümeler sonuçların hassaslığını ve güvenilirliğini arttırmaktadır. Uygulama içerisinde kullanılan Tip-2 bulanık kümeler dayanan TOPSIS yöntemi, alternatif pazarlama stratejisi seçiminde mevcut durumu daha iyi modelleme ve sayısallaştırma imkânı sağlamıştır. Ayrıca çalışma içerisinde TOPSIS yönteminin yanı sıra bir yenilik getirilmiştir. Ağırlıklandırma noktasında metodolojiden değil Buckley bulanık analitik hiyerarşi sürecinden yararlanılarak, elde edilen ağırlık değerleri TOPSIS yönteminin içerisinde tekrar çalıştırılmış ve sonuçların tutarlılık sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Alternatif Pazarlama, Tip-2 Bulanık Kümeler, Tip-2 Bulanık Kümeler Dayanan TOPSIS, Bulanık Karar Verme, Buckley Bulanık AHS

**A FUZZY MULTIPLE CRITERIA APPROACH FOR EVALUATION AMONG
ALTERNATIVE MARKETING STRATEGIES**

Yasin TOPKARCI

Department of Industrial Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Assoc.Prof. Dr. İhsan KAYA

One of the sectors with a maximum number of employees across the country, Retailing sector is growing more and more with its increasing market share. This increasing market share becomes an important investment source for the firms, so they spend tremendous efforts on efficiency and strategy in order to raise their profitability. In the firms which aim at marketing the right product in the right time at the right place, related departments are operating currently.

The firm starts the studies by selecting the most contributing subgroup through Pareto Analysis. Later, the marketing strategies with regards to that subgroup are determined. The marketing strategies involves both customer-oriented and firm-oriented information such as cost, profitability, number and presentation of products. With the help of the analysis done within the scope of this study, it is endeavored to choose a marketing strategy for the specified subgroup.

Decision Making problems often contain conflicting criteria. In order to make the best single selection, multiple criteria decision making techniques are exploited. Within the context of this study, the problem of selection of alternative marketing strategy involves numerous parameters and criterion, therefore the selection of alternative marketing strategy is benefited as the multiple criterion decision making method

unlike classical sets, Fuzzy sets enable the flexibility in modelling the verbal expressions. So the more natural and realistic results are provided by modelling the cases. The fuzzy sets are thus exploited in this study. Fuzzy multiple criterion decision making methods are used in order to select the most beneficial strategy to the firm amongst the predefined strategies, at this stage, application study is made through the TOPSIS method based on Type-2 Fuzzy sets. Type-2 Fuzzy sets include more parameters than Type-1 Fuzzy sets do, which means that it has a more robust design structure. Type-2 fuzzy sets boost the sensitivity and reliability of the results. TOPSIS method which is based on Type 2 Fuzzy sets, used within the scope of the practice, offer a better possibility for modelling and digitizing the current situation. Besides, along with the TOPSIS method, an innovation is presented in this study. Buckley fuzzy analytic hierarchy process is exploited in stead of the methodology for weighting and the obtained wieght values are run again by TOPSIS method. It is observed that the results are consistent with each other.

Keywords: Alternative Marketing, Type-2 Fuzzy Sets, TOPSIS Method Based on Type-2 Fuzzy Sets, Fuzzy Decision Making, Buckley Fuzzy AHP

1.1 Literatür Özeti

Tip-2 bulanık kümelerde Wang ve Liu 2012 yaptıkları çalışmada Tip-2 bulanık kümelerle bulanıklığı gidererek parametreleri daha net ifade edebilmeyi amaçlamışlardır. Bu doğrultuda yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Uygulama ilk olarak Tip-2 bulanık aritmetik ortalama operatörü kullanılarak Tip-2 bulanık karar matrisi içerisindeki tüm Tip-2 bulanık kararlarını normalize eder. Daha sonra elde edilen ağırlık değerleri Tip-2 bulanık aritmetik sıralama yöntemiyle alternatiflerin sıralaması yapılır. Bunun içinde bir firmada en önemli noktalardan biri olan montaj bölümü için tedarikçi firma seçimi problemini ele alarak teorilerini pratiğe dökmüşlerdir.

Shyi-Ming Chen ve Li-Wei Lee 2009 yılında Tip-2 bulanık kümelere dayanan TOPSIS yöntemini kullanarak bulanık çok ölçütlü karar verme işlemi gerçekleştirmişlerdir. Uyguladıkları yöntemle daha esnek ve verimli kararlar aldıklarını savunmaktadırlar. Bunun için bir yazılım firmasına mühendis seçebilmek amacıyla olayı somutlaştırmışlardır.

Shyi-Ming Chen ve Li-Wei Lee 2009 yılında yaptıkları başka bir çalışmada Tip-2 bulanık kümelerin aralığı aritmetik işlemlerle bulanık çok ölçütlü karar verme işlemlerini yapmışlardır. Öncelikle Tip-2 bulanık kümelerdeki aritmetik işlemleri sunmuşlardır ve bulanık ağırlıklarını belirleyerek alternatifleri sıralandırmışlardır. Önerilen bulanık sıralama metodu ve Tip-2 küme aralığındaki aritmetik işlemlere bağlı olarak yeni bir method önermişlerdir. Önerilen method karar verme noktasında karar vericilere daha

hassas kararlar alınmasını sağlamaktadır. Bu olayı araba seçimi örnek olayı ile pratiğe dökmüşlerdir.

1.2 Tezin Amacı

İnsanlar günlük hayatlarında kesin olarak bilemedikleri, tahmin edemedikleri durumlarla çok sık karşılaşır. Bu tarz durumlar karşısında mutlaka karar verme ihtiyacı duyarlar. Bu durumda karar verirken eldeki sayısal ve sözel verilerden yararlanarak en doğru kararı bulmaya çalışır. Fakat günlük hayatta karşılaşılan problem zorluğu ne kadar çok artarsa insanların elindeki parametre sayısı da artacak ve karar vermekte gittikçe zorlaşacaktır.

İşletmeler için rekabet ortamında varolabilmek ve pazar payını arttırabilmek için stratejik kararlarını en doğru şekilde verebilmek çok önemlidir. Bu nedenle karar verme ve en doğru seçimi yapabilmek amacıyla kişiler ve firmalar bulanık mantığa yönelmeye başlamışlardır. Karar verme eylemi genellikle belirsiz, bulanık ve net sayısal ifadelerle belirtmeye uygun değildir. Bulanık karar verme diğer mantık sistemlerinden farklı olarak sözel değişkenlerin kullanılmasına izin verir. Karar verme işleminde bulanık mantığın kullanılmasının diğer önemli bir avantajı ise kriterlerinin önemlerinin kesin sayılar yerine bulanık sayılar ile ifade edilmesidir. Bulanık mantık iki tercih seçeneği hakkında “iyi”, “kötü” gibi bulanık ifadeleri sayısallaştırarak bize tercih imkânı sunabildiği için çok tercih edilmekte ve olumlu sonuçlar vermektedir. Bulanık karar verme Tip-2 bulanık kümelerle daha da genişletilerek belirsizlik ortamının daha iyi modellenebilmesi ve optimuma en yakın sonuçların alınması mümkün olmuştur. Kısacası Tip-2 bulanık kümelerle hassasiyet daha da artmıştır.

Pazarlama stratejileri pek çok sektörde firmalar için stratejik bir karar olup, çok fazla parametre içerdiğinden karar verme noktasında sorunlar yaratmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelebilmek adına karar verme süreçleri oluşturarak, problemi bir sistem içerisinde ele alırlar. Bu sistem çok fazla parametre ve kriter içermesinden dolayı çok kriterli karar vermeden yararlanılır. Birbiriyle çatışan, farklılıklar gösteren kriterlerin karar verme sürecine dahil olarak sonuç alınmasına yardımcı olur. Bu çalışma içerisinde perakende sektöründe hizmet veren bir firma için, seçilen alt grupta alternatif pazarlama stratejisi seçimi yapılmıştır. Çalışma içerisinde stratejiler gerek maliyet

gerekse de müşteri odaklı özellikleriyle çok fazla parametre içermektedir. Her stratejinin birbirinden farklı olarak getirisi bulunmaktadır. Bu nedenle bulanık karar verme yöntemleri kullanılarak bu çok parametrelili yapıyı daha iyi modelleme şansı elde edilmiştir. Sonuçların mümkün olduğunca gerçeğe en yakın olabilmesi için Tip-2 bulanık kümelerden yararlanılmıştır. Tip-2 bulanık kümelerle çok parametrelili yapıda iyi bir tasarım yapılmıştır.

İkinci bölümde karar verme ve karar verme süreçlerinden, çok kriterli karar verme ve yöntemlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde ise bulanık karar verme kavramı üzerinden durulmuş ve bulanık karar verme yöntemleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca Tip-2 bulanık karar verme yöntemi hakkında bilgiler de içermektedir. Son bölümde ise uygulama yapılan firmada bir ürün kategorisinde pazarlama stratejisi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problem önce Tip-2 bulanık kümelere dayanan TOPSIS yöntemi ile çözülmüştür. Bir sonraki aşamada ise kriter ağırlıkları bulanık AHS ile belirlenmiş ve problem yeniden ele alınmıştır. Bu bölümde ayrıca duyarlılık analizi de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ve gelecek çalışmalar son bölümde tartışılmıştır.

1.3 Hipotez

İşletmeler karlılıklarını arttırabilmek için ve maliyetlerini azaltmak için, işletme genelinde doğru stratejiler belirlemeleri gerekir. Bu stratejiler hangi karar düzeyinde alınması gerekir? Kararların doğruluğunu en üst düzeyde sağlamak için en iyi karar verme yöntemleri seçilmelidir. Karar verme yöntemleri sonuçları karşılaştırılarak karar verilmelidir.

BÖLÜM 2

KARAR TEORİSİ

2.1 Karar Verme

Karar verme, hedefe ulaşmak ve amacı gerçekleştirmek için alternatif davranış biçimleri arasından seçim yapma eylemidir [1]. Yaşamsal ve yönetsel fonksiyonların özünde karar verme yer alır. İnsanlar ve yöneticiler hayatın her aşamasında ve gerçekleştirdikleri her fonksiyonda karar vermek zorundadırlar. Bir iş veya davranış nerede, kim tarafından, ne zaman, nasıl gerçekleştirilecektir? Tüm bu soruların cevabı olabilecek çok sayıda alternatif davranış yolları her zaman vardır. Ve bunlardan en uygun olanını seçmek karar vermenin amacıdır.

Saaty kararı (karar verme süreçlerini) ikiye ayırmaktadır: "Sezgisel" ve "Analitik" [2]. Sezgisel kararlar, verilerle desteklenmez ve genelde keyfi bir biçimde verilirler. Bazı basit, derinliği olmayan karar durumlarında sezgisel yaklaşım başarılı olabilir. Ancak, bilgi gerektiren karmaşık karar durumları ile karşılaşıldığında, karar vericiler sonuçta verdikleri kararların kendi değer yargılarından sapmalar gösterdiğini görebilirler. Bu sapmaların görülmediği durumlar için iyi karar verme ifadesi kullanılmaktadır. Kişinin sezgisel gücünü vurgulamak anlamında iyi karar verme, bir "sanat" olarak görülmüştür.

Günümüzde karar verme uzun zamandır inanıldığının aksine bir sanat olmaktan çok bir bilim haline gelmiştir [3]. Bir kararın başarılı sayılabilmesi için, sıklıkla bir birleriyle çatışan değişik aktörleri ve faktörleri bir arada değerlendirilerek, tüm bunları tatmin eden sonuçlara ulaşabilmesi ve bu sonuçların geçerliliğini zaman içinde koruması

gerekmektedir. Bu nedenle kişilerin değer yargılarını nesnel ve analitik metotlarla bir araya getiren yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Herkes iyi ve başarılı kararlar vermeye çalışır. Ancak iyi kavramının özneliliğinden dolayı kesin bir tanımı yoktur. Karar vericiler iyi sonuçları olan kararlar ile ilgilenirler. Analistler veya akademisyenler ise bilimsel teori çerçevesinde iyi oluşturulmuş ve karar faktörlerinin tümünü dikkate alan bir karar verme sürecinin iyi karar vermeye yol açacağını savunurlar [4]. Yine de ortak bir nokta olarak, iyi bir kararın, amaçları en iyi şekilde karşılayan karar olması gerekliliği vurgulanabilir.

Başka bir tanıma göre karar verme, hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi yönünde alternatif eylem planlarından birini seçme sürecidir [5]. Bu süreç içinde mevcut tüm alternatifler, faaliyetler, seçenekler, olasılıklar, stratejiler içinden amaç veya amaçlara uygun ve mümkün bir veya bir kaç seçilir. Bir problemin karar problemi olabilmesi için şu şartları birlikte taşıması gerekmektedir:

- Birden çok davranış yolunun bulunması,
- Her bir davranışın sonuçlarının birbirinden farklı olması,
- Gerçekleştirilmek istenen birtakım amaçların olması [6].

Tek bir davranış yolunun bulunması durumunda, karar vermeden söz edilemez. Çünkü böyle bir durumda çözüm tektir ve mutlaka uygulanacaktır. Tüm bu koşulların var olması durumunda karar verici, problemin yapısını bir model biçiminde ortaya koyabilir [7].

Karar verme sorunu, bazen oldukça basit olmasına karşılık, bazen de oldukça karmaşık ve içinden çıkılmaz bir durum arz etmektedir. Aralarında seçim ve tercih yapılacak olan alternatiflerin, karar verici tarafından göz önüne alınacak amaçlar çerçevesinde değerlendirilmesi sonucunda oluşan olgu, optimum seçeneğin belirlenmesidir. Çözüm, amaçların kesişim noktası olan seçeneğin saptanmasıdır [8].

İyi bir karar; mantığa dayanan, var olan tüm verileri ve olası alternatifleri dikkate alan ve nicel yaklaşıma başvurarak elde edilen karardır. Bazen iyi bir karar ile beklenmedik veya uygun olmayan bir sonuç elde edilebilir. Fakat bu kararın iyi olma özelliğini değiştirmez. Öte yandan, kötü bir karar ise mantığa dayanmayan, mevcut bilgileri

kullanmayan, tüm alternatifleri dikkate almayan ve sayısal tekniklere başvurmadan alınan kararlardır. Eğer kötü bir karar alınmasına rağmen şans faktörü sayesinde iyi bir sonuca ulaşıldıysa, bu durum kişinin kötü bir karar verdiği gerçeğini değiştirmez [9].

Matematiksel modeller, yöneticilere karar verme sürecinde destek sağlamakla birlikte nihai kararın verilmesi, kolay bir süreç değildir. Bunun birinci nedeni, verilen kararın alınacağı geleceğin sonuçlarının belirsizlik içermesidir. Modele dâhil edilemeyen faktörler ve modele dâhil edilen faktörlerdeki beklenmedik değişiklikler modeli gelecek için geçersiz kılabilir. İkinci nedeni ise karar sürecinde ulaşılmaya çalışılan ve birbiri ile çelişen birden fazla hedefin olmasıdır. İncelenen konunun kapsamına, basit veya karmaşık oluşuna ve önem derecesine göre, karar verme eylemleri farklılık gösterir. Fakat temelde karar verme eylemleri şu ortak özellikleri taşır [10]:

- Tüm kararlar, çeşitli alternatifler veya seçenekler arasından seçim yapmayı gerektirir.
- Her karar verme eylemi, bir amaca yöneliktir ve kararlar genellikle amacın gerçekleşmesi için verilir.
- Karar verme eylemi, bir zaman sürecini gerektirir. Çünkü karar verme işlemi çeşitli zamanlarda gerçekleşen bir süreçtir.
- Kararlar geleceğe yöneliktir ve geleceği tahminlemeye dayanırlar.
- Karar verici, geleceğin belirsizliği nedeniyle şimdiden hedeflenen amacın gerçekleşmemesi olasılığını göz önünde bulundurmak veya bazı riskleri üstlenmek durumundadır.

2.2 Karar Verme Süreci

Karar, bir anda ortaya çıkan bir olgu değil; çeşitli aşamalardan geçerek oluşan bir süreçtir. Genel anlamda süreç, belirli bir sona ulaştıran bir dizi eylem ve çalışmaların tümüdür. Bundan dolayı, etkin bir karara ulaşmak için karar verme sürecinin hangi aşamalardan oluştuğunu bilmek gerekmektedir. Karar verme, karar vericinin değişik alternatifler ile karşılaşması durumunda bu alternatifler arasından kendi amaçlarına en uygun olanını seçme işlemi iken; karar süreci ise bu işlemlerin sırasıyla yapılmasını içerir. Karar verme sürecinin aşamaları şu şekilde sıralanabilir[11]:

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

Yukarıda belirtilen karar verme süreci aşamalarında bir standart söz konusu değildir. Karşılaşılan karar probleminin yapısına, boyutuna ve karar ortamına göre bu aşamalardan bir veya birkaçı ihmal edilebilir.

Bir dizi zihinsel faaliyeti içeren karar verme süreci, karar vermek için kullanılan yöntemlerin eylem düzeni ve izlenen yolu ifade ettiği için karmaşık yapıdaki karar problemleri sistematik bir şekilde irdelenmekte ve en iyi karara ulaşabilmek için uygun yöntemler kullanılarak karar kalitesi arttırılmaktadır.

Karar verme sürecinde izlenebilecek yaklaşımlardan biri olan kalitatif yaklaşım, temel bilgi ve deneyime dayalı olarak sezgi, yargı ve deneme aşamalarından oluşur. Karar vericinin sezgi gücüne bağlı olduğundan bir bilim olmaktan çok sanat özelliği taşır. Eğer karar verici, geçmişte benzer bir problemle karşılaşmışsa ya da problemi basit nitelikte ise kalitatif yaklaşımın izlenmesi yerinde olacaktır. Fakat karar vericinin benzer durumlara ilişkin deneyimleri yoksa ve karmaşık bir problemle karşılaşmışsa sezgi ve deneyimler yeterli olmayacaktır. Bu durumda kantitatif yaklaşıma başvurmak yerinde bir durum olacaktır. Kantitatif yaklaşımda olaylar tanımlanabilir ve ölçülebilir niteliktedir. Ayrıca bu yaklaşım, sayısal olgu ve verilerden hareketle çalışma konusu sistem ve probleme ilişkin modeller kurulmasını içerir. Bu modeller, genellikle problemin amaçlarını, kısıtlarını ve amaçlar arası ilişkileri ortaya koyar. Modellerin analizi yoluyla da problemin en iyi çözümüne ulaşılmaya çalışılır. Kalitatif karar verme, karar vericilerin sezgisel becerilerine bağlı olmasına karşılık, kantitatif karar verme yaklaşımında yöneylem araştırması kapsamındaki yaklaşım ve tekniklerin bilinmesi gerekir.

Genel anlamda, bir karar sürecinde ele alınan karar problemi aşağıda belirtilen öğeleri içerir [11]:

- Karar verici: Belirli bir konuda karar verme durumunda olan kişi veya kişilerdir.
- Amaç: Karar vericinin ulaşmak istediği hedef veya durumdur.
- Karar kriteri (ölçütü): Karar vericinin seçim yaparken göz önünde bulundurduğu ölçüt veya değer yargısıdır.
- Alternatifler (seçenekler): Karar vericinin amacına ulaşması için kontrolünde olan ve izlemesi gereken değişik hareket tarzları veya stratejilerdir.
- Olaylar (karar ortamı): Karar vericinin kontrolü dışında olan fakat alternatifler arasında seçimini etkileyen faktörlerdir. Diğer bir deyişle, karar vericinin içinde bulunduğu karar ortamıdır.
- Sonuçlar (ödemeler): Her bir alternatif ve olay bileşimi sonucu ortaya çıkan sonuç veya değerdir.

Karar verme sürecini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında; doğa koşulları, karar verici, ulaşmak istenen amaçlar, seçenekler, seçeneklerin sonuçları ve seçenekler arasında seçim yapılması sayılabilmektedir. Karar vermede en önemli etkenlerden biri de karar vericinin özellikleridir[11]. Karar veren kişi, bütün tarafsızlıkların yanında psikolojik ve biyolojik özelliklerin etkisi altındadır. Bu kişinin, aktif bir kişiliğe sahip olması gerekir. Böyle olduğu sürece işletmelerin büyümesini sağlayan kararlar verilebilir.

Karar verme sürecinde etkin olan karar verici olsa da bu süreçten dış çevrede yer alan diğer insanlar da etkilenir. Herhangi bir karar probleminin çözümü, aşağıda belirtilen kişilerin karar verme sürecine katılmalarını gerektirir[6]:

- Karar vericiler: Alınacak karar üzerinde kontrolü olan kişi veya kişilerdir.
- Çözüm kullanıcısı: Karar verici tarafından oluşturulan çözümü kullanan ve/veya kararı uygulayan fakat çözüm üzerinde herhangi bir değişiklik yetkisi olmayan kişi veya kişilerdir.
- Karardan etkilenenler: Çözümün veya kararın sonuçlarından faydalanan ya da zarar gören kişilerdir.
- Karar analisti / problem çözücü: Problemi analiz eden ve karar verici için çözüm geliştiren ya da karar vericiye çözüm sürecinde yardımcı olan analisttir.

2.3 Çok Kriterli Karar Verme

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) en kısa tanımıyla; çoklu ve birbiriyle çatışan amaçların (kriterlerin) gerçekleştirilmek istendiği problemlerin çözümüne verilen genel isimdir.

“ ÇKKV alanında inceleme yaparken şu iki soru akla gelebilir [12]: ÇKKV, işletme yöneticilerinin veya genel olarak kişi ve organizasyonların her gün karşılaştıkları ve çözümlemeye çalıştıkları gerçek hayat problemleri midir? Veya ÇKKV, matematik ve istatistik ile desteklenen Yönetim Bilimi veya Yöneylem Araştırması alanının kapsadığı bir Yönetimsel Karar Verme Modelleri kümesi midir?” İkinci soru, ÇKKV literatürün de yer alan bazı matematiksel işaretler ve teknik dil ile ilk kez karşılaşan biri tarafından daha basitçe şöyle sorulabilir: ÇKKV bir tür matematik midir? Bu sorulara yanıtın "Her ikisi de..." şeklinde verilmesi mümkün görünmektedir. Bir yönüyle ÇKKV, karar verici (kişiler, organizasyonlar, yöneticiler) açısından günlük hayatta karşılaşılabilecek problemlerin çözülme çabasıdır. Ancak diğer yönüyle, rasyonel karar vermeye yardımcı olmak için analist veya bazen karar vericinin kendisi tarafından problemin modellenmesi ve yöntemler kullanılması yolu ile en yüksek tatminin sağlanabileceği çözümlere ulaşılması çabasıdır.

Bu alanda çalışmaların odak noktası, karar vericiye karşılaştığı problemi yapılandırmasında ve çözüme ulaşmasında yardımcı olma noktasına kaymıştır. Böylelikle, veri olan ve iyi yapılandırılmış problemlerin bilgisayar destekli etkin algoritmalarla optimizasyonu süreçlerinin özellikle kişisel yargılara fazlaca ihtiyaç duyan belirli ve stratejik kararlarda kullanılmasına odaklanılmaktan uzaklaşmıştır. Tüm bunların yanında ÇKKV'nin, yeterince olgunlaşmış ve çok yönlü bir teori olma özelliği gösterdiği söylenememekte ve bunun sebebi gençliği ve disiplinler arası duruşu olarak görülmektedir[13].

İşletmeler ayakta kalabilmek ve hayatlarını sürdürebilmek için birçok seviyede farklı kararlar almak zorundadırlar. Bu kararları alırken, karar vericiler doğru ve güvenilir verilere ve değerlendirme süreçlerine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden karar verme süreçlerine bilimsel tekniklerin dâhil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasına ve subjektif kararlardan uzaklaşılmasına yardımcı olur. Çeşitli karar problemleri ile karşı karşıya kalan yöneticiler için zor problemlerden biri de, alternatifler kümesinden uygun

alternatifin seçilmesidir. Bu seçim prosedürüne çelişen ve fazla sayıda kriter dâhil olduğundan geleneksel seçim prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmaz. Bu nedenle, ÇKKV yöntemleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır [14].

Karar problemleri çoğu zaman birbiri ile çelişen birden fazla kriteri içermektedir. Örneğin yatırım yapacak bir yatırımcı, yatırım enstrümanlarının getirisinin yanı sıra riskini de karar sürecine dâhil etmek isteyecektir. Aynı şekilde bir ürün almayı düşünen müşteri, çoğu zaman sadece fiyata göre karar vermeyecek, teknoloji, garanti, tasarım, kullanım kolaylığı gibi kriterleri de göz önünde bulunduracaktır. Ayrıca bir işveren yeni personel alımında kararını verirken, başvuran adayları sadece deneyimlerine göre değil, eğitime, istediği ücrete kişisel özelliklerine göre de değerlendirmeye çalışacaktır. Yani, tek bir kriterle göre karar verilebiliyorsa klasik karar analizi tekniklerini kullanmak uygunken, birden çok kriteri eş anlı içeren karar problemleri için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmalıdır. ÇKKV, bir karar vericinin birden fazla alternatif arasından genellikle birbiri ile çelişen kriterler altında yaptığı seçim işlemidir. ÇKKV yönteminde izlenen adımlar şu şekilde sıralanabilir:

- Konu ile ilgili kriter ve alternatifler belirlenir.
- Kriterlerin nispi önem dereceleri belirlenir.
- Her bir alternatif tüm kriterler bazında değerlendirilir ve alternatifler sıralanır.

Günümüzde, çok sayıda ÇKKV yöntemleri geliştirilmesine rağmen, karar verici karar verme aşamasında bu yöntemlerden hangisini kullanacağını belirlerlerken zorlanır. Duruma uygun olarak seçeceği yöntem, en iyi karar verme yöntemi olmayabilir. Karar verici hangi yöntemi kullanacağına karar verirken şu adımları izlemelidir:

- Karar probleminin oluşturulması,
- Önceliklerin sıralanması,
- Alternatif değerlendirmelerinin toplanması,
- Önerilerin yapılması.

2.4 Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Ortak Özellikleri

ÇKKV problemleri için verilen tanımlar ve değinilen örneklerden çıkarılabilecek dört önemli ortak özellik vardır. Bu özelliklerden ilki, bir ÇKKV probleminin çoklu

amaçlara/niteliklere sahip olmasıdır. Tabucanon'un verdiği tanıma göre[15], Bir problemin bir ÇKKV problemi olarak düşünülebilmesi, yalnız ve yalnız, problemin birden fazla birbiriyle çelişen kriteri ve en az iki alternatif (olası) çözümü içermesi ile mümkündür. Zeleny de “en az iki kriterin varlığı olmadan bir karar verme gerçekleşmez” diyerek benzer bir iddiayı ortaya atmakta ve eklemektedir: Alternatifleri değerlendirirken, mükemmel bir şekilde ölçülebilen sadece bir kriter mevcutsa, ve alternatifler bu kritere göre etkin bir şekilde araştırılabilirse, yalnızca bir ölçüm ve araştırma faaliyeti, seçim yapmak için yeterli olacaktır. Örneğin, bir kitaplıktaki en ağır kitabı veya alternatifler arasından en fazla ücreti ödeyecek işi seçmek gerekse söz konusu nitelikleri ölçmek ve alternatiflerden hangisinin en fazlasına sahip olduğunu araştırmak yeterlidir. Ayrıca, eğer alternatifler aynı puanı veriyorsa bu durum da bir karar verme gerektirmez, hangisinin seçildiği önemsizleşir. Özetle Zeleny tek boyutlu bir karar verme probleminin gerçekte olmayacağını söylemektedir. Buna ek olarak, bazı durumlarda bir alternatif tüm kriterlere göre üstün puanları tek başına elde edebilir. Bu durumda da karar verme faaliyeti oluşmayacaktır.

Gerçek hayat problemlerini temsil edip etmemesi tartışması bir yana bırakılırsa, tek kriterli ve birden çok alternatifli karar verme problemlerinin çözümüne ilişkin ortaya konulmuş birçok prosedürün varlığı da ortadadır. Bu prosedürler ÇKKV problemlerinin çözümü için uygulanacak prosedürlere de ışık tutmaktadır. Ancak, her şartta, tek kriterli karar verme probleminin çözümünde seçim prosedürü, çok fazla alternatifin varlığı durumunda dahi, görece olarak basittir. Özetle, ÇKKV problemini karmaşık ve çözümü zor bir hale getirirken bir o kadar da gerçeklere yaklaştıran olgu, problemin içine birden fazla kriterin dahil edilmesidir.

ÇKKV problemlerinin ikinci ortak özelliği, kriterler arasında görünen çatışma durumudur. Bir problem içerisinde çok kriter söz konusu olduğunda, genellikle bunların arasında bir çatışma durumu vardır. Örneğin, bir araba tasarlarlarken, daha az benzinle daha fazla mesafe alınabilmesi yani ekonomiklik amacı, daha küçük arabalarda mümkündür ve bu da yolcuya daha az iç mekân tanıyacağından arabanın konforunu düşürecektir. Eğer kriterlerin / amaçların bir tanesinin tamamen tatmin edilmesi, bir diğerinin veya diğerlerinin tamamen tatmin edilmesi olanağını zayıflatıyor veya engelliyorsa söz konusu kriterlerin / amaçların çatıştığı söylenir. Daha açık bir ifadeyle,

eğer kriterlerin bir tanesinin tatminindeki bir artış, bir diğerinin tatmininde bir azalışa yol açıyorsa kriterler arasında bir çatışma söz konusudur. Kriterler arasındaki çatışma, kişisel ya da içsel veya kişiler arası nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilir. Bir araba satın alacak tek bir müşteri, kişisel kriterlerinin farklılığı nedeniyle çatışma yaşayabilir. Diğer taraftan, yerleşmek üzere ev satın alacak bir aile, evin baba için işyerine, anne için pazar yerine, çocuk için okula yakın olması kriterleri arasında kişiler arası çatışma yaşayabilir.

ÇKKV problemlerinin bir diğer ortak özelliği, aynı ölçü ile ölçülemeyen birimler içermeleridir. Her amaç veya nitelik farklı bir ölçü birimine sahiptir. Araba seçimi örnek durumunda arabanın fiyatı, para birimi (TL, USD vb.) ile ölçülürken; güvenlik, sayısal olmayan bir yolla (az güvenli, çok güvenli, ekstra güvenli vb.); ekonomiklik veya yakıt tüketimi ise km./litre ile ölçülebilir.

ÇKKV problemlerinin ortak özelliklerinden sonuncusu, onların geniş bir tasnifle, ya bir seçim ya da tasarım problemi olmalarıdır. Diğer bir deyişle, bir ÇKKV problemi ya sonsuz sayıda, önceden bilinmeyen alternatiflerden en iyisini tasarlamak ya da önceden belirlenmiş, sınırlı bir alternatif kümesi içerisinde en iyisini seçmek yolu ile çözüme ulaştırılır. Bu yapılırken tüm kriterler ya da boyutlar değerlendirilir. Burada iki tür alternatifler kümesinin varlığı göze çarpmaktadır. Kümelerden birisi, sonsuz sayıda alternatifi içerirken; diğeri, sınırlı sayıda elemana sahiptir. Örneğin, bir araba satın almaya karar veren kişi, araba üreticilerinin üretmiş olduğu sınırlı sayıda alternatif model arasından birini seçerken, firmanın ürettiği bir model mühendislerinin tasarlayabileceği sonsuz sayıda opsiyonun bir araya gelmesi ile üretilmiştir.

2.5 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Literatürde ÇKKV problemlerinin çözümü için kullanılan farklı yöntemler olup bu yöntemlerin hiç birisi diğerlerine göre tam üstünlük sağlayamamaktadır. Bu yöntemlerin en önemli avantajı nicel ve nitel kriterleri bir arada değerlendirmeye imkân sağlamalarıdır [16]. Uygulamalarda sıklıkla kullanılan ÇKKV yöntemleri şu şekilde sıralanabilir:

- Ağırlıklı Toplam Yöntemi (ATY),

- Ağırlıklı Çarpım Yöntemi (AÇY),
- Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS),
- TOPSIS,
- PROMETHEE,
- ELECTRE,
- Analitik Ağ Süreci (AAS).

Ayrıca son yıllarda, VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi önerilmiştir. VIKOR, uzlaşık bir sıralama belirlemeyi ve belirtilen ağırlıklar altında uzlaşık çözüme ulaşmayı sağlayan bir yöntemdir. Birbiri ile çelişen kriterler altında alternatiflerin sıralamasını belirleyerek en uygununun seçilmesini içerir ve ideal çözüme yakınlığa dayanan çok kriterli sıralama indeksini ele alır.

2.5.1 Ağırlıklı Toplam Yöntemi

Bu yöntemde; her alternatif, her kritere göre ayrı ayrı puanlanır. Ardından her kritere, o kriterin diğer kriterlere göre önemini gösteren ağırlıklar verilir. Daha sonra tüm alternatifler için ağırlıklı ortalama puan hesaplanır. Hesaplama eşitlik 2.1’de belirtilmiştir:

$$A_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} W_j \quad (2.1)$$

- A_i alternatifinin ağırlıklı toplam skoru
- a_{ij} = i alternatifinin j kriterine göre puanı
- w_j = j kriterinin ağırlığı

En yüksek puanı toplayan alternatif, karar olarak belirlenir. Yöntem basittir, ancak kriterlerin göreceli önemini gösteren ağırlıklar karar verici tarafından sübjektif olarak verildiğinden, bu ağırlıkların tahmininde yapılan hatalar sonuçları tamamen değiştirebilir. Ağırlıklı toplam yöntemi, benzer birimlere sahip tek boyutlu problemlerde kolaylıkla uygulanabilir [17]. Farklı boyut ve birimlere sahip problemlere uyarlanamaması, bu yöntemin dezavantajıdır.

2.5.2 Ağırlıklı Çarpım Yöntemi

Ağırlıklı çarpım yönteminde, alternatifleri sıralamak için çarpma işlemi kullanılmaktadır. Her bir alternatif, diğer alternatiflerle, her bir kriter için belirlenen oranla çarpılarak karşılaştırılır [17]. Genel olarak; α_k ve α_p alternatiflerinin karşılaştırılması eşitlik 2.2’de ifade edilmiştir:

$$R \left(\alpha_k / \alpha_p \right) = \prod_{j=1}^n \left(\alpha_{kj} / \alpha_{pj} \right) \quad (2.2)$$

Burada görüldüğü gibi her bir alternatifin, başka bir alternatifle tüm kriterlere göre oranı alınır ve değerler üstel olarak ağırlıklandırılıp tüm kriterler için çarpılarak sonuç değerleri bulunur. Eğer $R(\alpha_k / \alpha_p)$ değeri, $R(\alpha_p / \alpha_k)$ değerinden büyükse, tercih yapılırken α_k , α_p ’den önce gelir.

Ağırlıklı çarpım yöntemi, ağırlıklı toplam yöntemine oldukça benzemektedir. Ağırlıklı çarpım yöntemine “boyutsuz analiz” de denilmektedir. Bunun nedeni bu yöntemin yapısının, ölçü birimlerinin elimine edilmesine izin vermesidir. Bu yüzden ağırlıklı çarpım yöntemi, tek ve çok boyutlu karar problemlerinde kullanılabilmektedir [17].

2.5.3 Analitik Hiyerarşi Süreci

1970’lerin başında, Thomas Lorie Saaty, ABD Savunma Bakanlığı’nda silahsızlanma, Orta Doğu sorunu, Sudan için ulaştırma sisteminin geliştirilmesi gibi karmaşık problemler üzerinde çalışmıştır. Yöneylem araştırması ve matematik alanına birçok teorik katkıda bulunan Profesör Saaty, giderek karmaşıkleşan modelleme yaklaşımlarının karar problemlerinin çözümünde beklenen etkiyi yapmadığını görmüş ve karmaşık karar problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere matematiksel sadeliği sebebiyle kolay anlaşılan ve uygulanan bir teknik geliştirme uğraşına girmiştir. Çalışmalarının sonucunda bugün Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) adı ile anılan tekniği geliştirmiştir. AHS tekniği, karar vericilerin çok farklı alanlardaki karar problemlerini yapılandırma ve analiz etme sürecine büyük başarı ile hizmet etmiş ve yoğun olarak uygulaması yapılmıştır. AHS çoklu kriter içeren kompleks problemleri çözmek için tasarlanmıştır. Süreç, karar vericinin belirlediği her bir kriterin göreceli önemlerini belirlemesine ve daha sonra her bir kritere göre karar alternatifleri arasında seçim yapmasına gerek

duyar. AHS, kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme sistemlerini tanıma imkânı sağlayarak, daha iyi karar verilmesini sağlayan bir karar verme modelidir.

AHS yöntemi karar vericilerin karmaşık problemleri; problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik bir yapıda modellemelerine olanak verir. AHS yönteminin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dâhil edebilmesidir. Bir başka ifade ile AHS, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir. Buna ilave olarak AHS yönteminin bir diğer önemli özelliği de hiyerarşik yapı oluşturulması esnasında problemin detaylı bir şekilde ortaya koyulması ve ayrıştırılmasıdır [18].

AHS yöntemi karar verme sürecini sistematik hale getirir ve doğru kararlara ulaşmayı sağlar. Karar vericinin amaca ilişkin tercihlerini doğru bir şekilde belirlemesine olanak sağlayarak uygulamaları kolaylaştırır. Ayrıca, karar vericinin karar probleminin tanımı ve unsurlarına ilişkin anlayış ve bilgilerini arttırır. AHS yönteminin diğer bir avantajı da nitel ve nicel faktörler arasında ilişki kurularak en iyi sonucun elde edilmesine imkân vermesidir. AHS yöntemi, karmaşık problemlerin çözümünde pratik bir araç olarak kullanılmaktadır. AHS hakkında yayınlanmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Bunlar AHS yönteminin, planlama, en iyi alternatifin seçilmesi, kaynak dağıtımı gibi çeşitli alanlarda uygulamalarını içermektedir [16].

İnsanların doğuştan gelen ikili karşılaştırma yapabilme yeteneği ile paralellik gösteren hem biyolojik hem de matematiksel olarak doğru olan AHS yöntemi, bilimsel karar vermek için oldukça pratik bir yöntemdir. AHS ile karşılaşılan her problem için, amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapı kurulur. Hiyerarşinin tüm parçaları birbirini ile ilgilidir ve bir ögedeki değişimin diğer öğeleri nasıl etkilediği kolayca görülebilir. Hiyerarşik yapı kurulduktan sonra karar alternatiflerinin değerlendirilmesi için hiyerarşinin her seviyesindeki elemanların ikili karşılaştırmaları yapılır. AHS yönteminde karar verici her seviyedeki n tane kriter veya alternatif için $n(n - 1)/2$ tane ikili karşılaştırma yapmak zorundadır. Elde edilen sonuçlara göre alternatiflerin puanları hesaplanır.

AHS'nin temel aksiyomları aşağıdaki gibidir[20]:

Aksiyom 1. Karşılıklı Kıyaslama (İkili Karşılaştırma) : Bir karar probleminde karar verici karşılaştırma yapmalı ve tercihlerin kuvvetini belirtmelidir. Karar verici, herhangi bir kriterle göre i . Ve j . Alternatifler arasındaki karşılaştırmalarını ; $a_{ij} = 1/a_{ji}$ şeklinde yapmalıdır. Başka bir deyişle eğer A, x kez B'ye tercih ediliyorsa; B, A'ya $1/x$ kez tercih edilmektedir. Karşılaştırma yapılırken, bu durum sağlandığı sürece tutarlılıktan bahsedilebilir.

Aksiyom 2. Homojenlik (Bağdaşlık): Homojenlik, benzer öğelerin karşılaştırılması gerektiği anlamındadır. Bu aksiyom ile karşılaştırılan elemanların birbirinden çok farklı olmaması gerektiği, farklı olmaları durumunda ise yargılarda hataların ortaya çıkabileceği ifade edilmektedir. Tercihler, bir ölçek vasıtasıyla temsil edilmektedir. Bu koşul sağlanamamışsa karşılaştırılan elemanlar homojen değildir. Karar verici, herhangi bir kriter altında i . Alternatif ile j . Alternatifi karşılaştırırken birini diğerine göre sonsuz iyi olarak değerlendiremez. Başka bir deyişle, ikili karşılaştırmalarda a ve b kriteri için biri diğerine göre sonsuz kez üstün kabul edilemez. Yani $a_{ij} \neq \infty$ ($\forall i$ ve j 'ler için) 'dur. Öncelikler sınırlandırılmış ölçek yardımıyla gösterilir. Yani öğelerin karşılaştırmaları bu ölçeğe göre yapılacaktır.

Kullanılan ölçek 1–9 aralığında olduğu için a_{ij} değerleri de 1/ 9, 1/ 8,...,1,...,7,... 8,... 9 Aralığında bir değer alacaktır.

Aksiyom 3. Bağımsızlık: Tercihler belirlenirken; kriterlerin, seçeneklerin özelliklerinin bağımsız oldukları varsayılır. Kriterlerin ağırlıkları, düşünülen seçeneklerden bağımsız olmalıdır. Yani, kriterler kendi aralarında ve alternatiflerden bağımsızdır. Bu ifade, üst kademe kriterlerin önceliklerinin yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında değişmeyeceği anlamına gelmektedir.

Aksiyom 4. Beklentiler: Karar verme işleminin yapılabilmesi için, problemi etkileyen tüm kriterler ve alternatifler hiyerarşik bir yapı içerisinde gösterilir. Bir karara varmak için, hiyerarşik yapının tam olduğu varsayılmaktadır. Eğer bu aksiyoma uyulmaz ise karar verici, tüm kriterleri veya tüm uygun seçenekleri kullanmamış demektir. Bu durumda verilecek karar, yetersiz olacaktır.

2.5.3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminde İzlenecek Adımlar

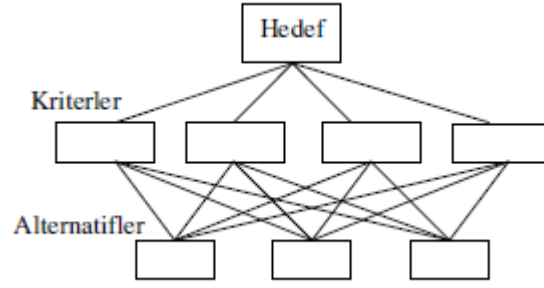
Karar problemlerini AHS yöntemi ile çözerken izlenecek adımlar problemin tanımlanması, sistemin gözlenmesi, hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırmaların yapılması, tutarlılığın kontrol edilmesi, öncelik değerlerinin belirlenmesi, değerlendirme ve sonuç olarak sıralanabilir.

Problemin tanımlanması: Tüm karar problemlerinde olduğu gibi öncelikle problem iyi bir şekilde tanımlanmalıdır ve problemin yapısının AHS yöntemine uygun olup olmadığı belirlenmelidir.

Sistemin gözlenmesi: AHS çok kriterli karmaşık bir problemi, belirli kriterler ve alt kriterlerden oluşan hiyerarşik bir yapı şeklinde ifade eder. Hiyerarşide en alt düzeyde, değerlendirilecek olan alternatifler yer alır. Bu şekilde hiyerarşik bir yapının oluşturulması sistemin bütününe ve elemanlarının iyi bir şekilde gözlenmesine bağlıdır.

Hiyerarşik yapının oluşturulması: Hiyerarşik yapı, sistemi oluşturan tüm seviye veya bileşenler arasındaki fonksiyonel bağımlılığın, sistem geneli üzerindeki etkisini en iyi anlatan yapıdır. Hiyerarşi, genel ve az kontrol edilebilen faktörlerden, daha belirli ve kontrol edilebilen faktörlere doğru yapılmalıdır. Ayrıca bir hiyerarşi, problemi temsil edebilecek kadar büyük, öğeler üzerindeki değişikliklere tepki verecek kadar küçük olmalıdır. Hiyerarşi oluşturulurken aynı seviyedeki öğelerin birbirinden bağımsız oldukları varsayılır. Hiyerarşik yapının oluşturulması, problemin daha küçük parçalara ayrılarak incelenmesi için sistematik bir prosedürün oluşturulabilmesine imkân verir [21].

Bir karar probleminin yapısını oluşturmada en basit yöntem, üç basamaklı hiyerarşik yapıdır. Bu hiyerarşik yapının en üstünde ana hedef yer alır. Bir alt seviye, kararın kalitesini etkileyecek kriterlerden oluşur. Bu kriterlerin ana hedefi etkileyebilecek özellikleri varsa hiyerarşiye başka kademeler de eklenebilir. Hiyerarşinin en altında alternatifler yer alır. Hiyerarşinin oluşturulmasında seviye sayısı, problemin karmaşıklığına bağlıdır. Şekil 2.1’de basit bir hiyerarşi modeli görülmektedir.



Şekil 2.1 Basit bir hiyerarşi modeli

Hiyerarşik yapının oluşturulması problemle ilgili bilgi ve tecrübenin olmasını gerektirmektedir. İki farklı karar verici aynı problem için iki farklı hiyerarşik yapı oluşturabilir. Aynı hiyerarşik yapıyı oluşturmuş olsalar bile, öğelere verecekleri öncelikler farklı olabilecektir. Genel olarak hiyerarşi oluşturulurken şu hususlara dikkat edilmelidir[21]:

- Hiyerarşik yapı problemi en iyi şekilde temsil etmelidir.
- Problemi etkileyen tüm yan faktörler göz önüne alınmalıdır.
- Çözüme ışık tutabilecek tüm yayın ve belgeler dikkate alınmalıdır.
- Problemin içerisinde rol oynayacak katılımcılar belirlenmelidir.

İkili karşılaştırmaların yapılması: Hiyerarşik yapının belirlenmesinden sonra, tüm elemanların birbiri üzerindeki göreceli önemlerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekir. Bu matrisler, karar vericinin kriterleri ya da seçenekleri ikili olarak karşılaştırmasıyla oluşturulur. Bu adımda temel amaç, faktörlerin göreceli önemlerinin genel hedefe olan etkisinin belirlenmesidir. İkili karşılaştırmaların yapılması için ilgili kişilere anket yapılması gerekmektedir. Bu ilgili kişi veya kişiler konunun uzmanı olmasalar dahi, en azından konuyu bilen ve konuya aşina olan kişiler olmalıdır. Aksi takdirde ikili karşılaştırmalarda tutarsızlıkların çıkması kaçınılmazdır.

Eğer karar, tek kişi değil de bir grup ilgilinin katılımı sonucu alınabiliyorsa, söz konusu kişilerin her biri, hem doğrudan kendi ilgi alanına giren konuya ilişkin yargılarını ortaya koyup birbirlerini tamamlayabilir hem de diğerlerinin yargılarını oluşturmaları aşamasında olaya dâhil olup yargıların netleşmesini sağlayabilirler. Grubun, karar

aşamasında bir uzlaşmaya varması halinde, herhangi bir sorun ortaya çıkmayacaktır. Uzlaşma sağlanamadığı takdirde (örneğin sistemdeki bazı öğeler gruptaki bazı kişiler için çok önemli iken diğerleri için önemsiz olabilir) üçüncü şahıslardan yararlanıp farklı sonuçların bir sentezi yapılabilir.

İkili Karşılaştırmalar Matrisi

İkili karşılaştırmalar AHS'nin en önemli aşamasıdır. İkili karşılaştırmaları elde etmek için göreceli veya mutlak ölçümler kullanılır. Bunlardan elde edilen bilgilere göre yargılar bir matrise dönüştürülür. Elde mevcut n adet taş olduğu $(A_1, A_2, \dots, A_n)$ ve her birinin ağırlığının da sırası ile $W_1, W_2, \dots, W_n$ olduğu varsayalım.

Her taşın diğerlerine göre göreceli ağırlıkları bir matrisin satırları cinsinden yazılıp her ikiliden daha hafif olan birim olarak alınarak, diğerinin onun kaç katı ağırlıkta olduğunu ölçülebilir ve böylece göreceli ağırlıkları belirlenebilir. AHS yöntemi, herhangi bir alt düzeydeki tüm öğelerin ilgili üst düzey öğesi temel alınarak, bu öğe üzerindeki göreceli etkileri açısından ikiye bölünerek karşılaştırılıp ikili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulmasına ve bu matrisin en büyük öz değere sahip öz vektörünün bulunması esasına dayanır. Burada bahsedilen öz vektör öncelik sıralarının belirlenmesine, öz değer ise yargının tutarlılığının ölçülmesine yarar.

İkili karşılaştırmalar matrisinin genel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- AHS'de temel ölçek olarak 1–9 ölçeği kullanıldığı için A matrisinin öğeleri daima pozitif olacaktır ve A matrisi kare matristir. Yani ikili karşılaştırmalar matrisi pozitif değerlerden oluşmaktadır ve $a_{ij} > 0, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$
- İkili karşılaştırma matrisi eğer tam tutarlı ise aşağıdaki eşitliği sağlamalıdır: $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}, \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n$
- Eğer A matrisi tam tutarlı ise herhangi bir satırdan matrisin diğer tüm öğeleri kolaylıkla elde edilebilir.
- Bu matrisin en büyük öz değerine karşılık gelen öz vektör matrisi AHS'de ağırlık veya öncelik vektörü olarak adlandırılır.
- A matrisinin köşegen değeri 1'e eşittir.

Karar vericiler, ikili karşılaştırma sırasında yargıda bulunurken Çizelge 2.1’de görülen karşılaştırma ölçeğini kullanırlar. Bu 1–9 ölçeği Saaty tarafından geliştirilmiştir.

Çizelge 2.1 Karşılaştırma Ölçeği

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önem	İki faaliyet amaca eşit derecede katkı veriyor.
3	Orta derecede önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine orta derecede tercih ettiriyor.
5	Kuvvetli derecede önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor.
7	Çok kuvvetli derecede önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülüyor.
9	Mutlak derecede önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar büyük güvenilirliğe sahip.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler.

Karşılaştırma ölçeğinde üst sınır 9 ile sınırlandırılmıştır. Bunun nedeni şu şekilde açıklanabilir[22]:

- Nitelik bakımından farklılıklar pratikte anlamlı olup, karşılaştırılan sayıların aynı büyüklük sırasından gelmesi ya da karşılaştırmayı yapmak için kullanılan

özellikler ile ilgili olarak birbirine yakın olması, yapılan çalışmanın doğruluğunu arttırmaktadır.

- Bilindiği üzere, niteleyici ayrımlar yapma imkânı beş sıfatla sağlanmıştır; eşit, zayıf, güçlü, çok güçlü, tam. Daha büyük kesinlik, doğruluk istendiğinde komşu davranışlar arasında uzlaşma sağlanabilir. Bütünlük 9 gerektirir ve bu değerler ardı ardına olabilir. Sonuç olarak, bulunan ölçek pratik olarak doğrulanabilir.
- Rakamları değerlendirmek için çoğu kez kullanılan pratik bir yöntem, hislerimizi üç kategoride sınıflandırmaktır. Bunlar, yüksek, orta ve düşük seviyeleridir. Daha detaylı bir sınıflandırma için ise bu kategorilerin her biri tekrar kendi içinde yüksek, orta ve düşük sınıflamasına tabi tutulur. Bunlardan da anlaşılır ki anlam farklılıkları her zaman 9 değişik türde ifade edilmektedir. Bu nedenle 9 rakamının üzerine çıkılmaması gerekmektedir.
- Anında yapılan karşılaştırmalarda 7 ± 2 tane maddenin psikolojik limiti şunu önerir; eğer birinci sebepte verilen tarife uygun 7 ± 2 tane madde ele alınırsa ve bunların hepsi birbirinden çok az farklı ise, bu farklılıkların gösterilebilmesi için dokuz noktaya ihtiyaç vardır. Bir kişi aynı anda 7 ± 2 durumu değerlendirebilir

2.5.3.2 İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının kontrol edilmesi

Probleme ilişkin, ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra bu matrislerin tutarlılıkları kontrol edilir. Tutarlılık oranının 0,10 ve daha yüksek çıkması durumunda, değerlendirmelerin tutarsız olduğu sonucuna ulaşılır. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlar ile sağlıklı bir seçim yapılamayacağından sistemin daha kararlı hale getirilmesi için geri beslemeye ihtiyaç vardır. Hiyerarşinin yapısında değişikliğe gitmeden önce, ikili karşılaştırmalar kontrol edilmelidir. İkili karşılaştırmalarda yapılabilecek bazı düzeltmeler sonucunda, problemin tutarlılık oranı 0,10'un altına düşürülebilir.

Tutarlılık: Tutarlı olmak, rasyonel düşüncünün bir önkoşulu olarak kabul edilir. Ancak uygulamada tam anlamıyla tutarlı olmak neredeyse imkânsızdır. Yeni bilgileri öğrenmek ancak bir miktar tutarsızlığa izin vermekle mümkün olabilir. AHS, mükemmel tutarlılık talep etmemektedir. Tutarsızlığa izin vermekte ancak her yargılamada tutarsızlığın ölçümünü sağlamaktadır.

İkili karşılaştırmalarda verilen taş örneğindeki taşların ağırlıklarının tam olarak bilindiği varsayılın. Örneğin, A_1 ile A_2' nin ağırlıklarını karşılaştırmak için önce A_1 tartılır (Örneğin $W_1 = 305$ gr. Olsun). Sonra A_2 tartılır ($W_2 = 244$ gr). Bu durumda $W_1/W_2 = 1,25$ olacağından, “ A_1 , A_2' den 1,25 kat daha ağırdır” sonucuna varılır ($a_{12} = 1,25$). Bu işlem tam ve doğru ölçümün ideal durumudur ve matrisi, W_i ağırlıkları ile a_{ij} a yargısı arasında eşitlik 2.3 kullanılarak elde edilmiştir:

$$W_i/W_j = a_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2.3)$$

A matrisinin tüm a değerleri ; W_i/W_j değerlerine eşit, pozitif ve $a_{ij} = 1/a_{ji}$ özelliğine sahip değerler olacaktır. Diğer bir deyişle, taş ağırlıkları örneği ele alındığında $a_{12} = 1,25$ olarak bulunduğunda $a_{21} = 1/1,25$ değerini alacaktır. Çünkü eğer A_1 taşı A_2' den 1,25 kez daha ağır ise, A_2 taşı da A_1 taşının ağırlığının $1 / 1,25$ 'i kadar bir ağırlığa sahip olacaktır. Bu durumda eşitlik 2.4'te görülen ifade sağlanmış olacağından, A matrisi aynı zamanda tutarlı da olacaktır.

$$a_{jk} = a_{ik}/a_{ij} \quad i, j, k = 1, \dots, n \quad (2.4)$$

Diğer bir deyişle A_1 taşı A_2' den 1,25 kez; A_2 ise A_3' ten 2,5 kez daha ağır ise A_1 taşı A_3' ten $1,25 \times 2,5$ kez daha ağır olacaktır.

Karar matrisi A'nın tutarlı olabilmesi için en büyük öz değerin (λ_{max}) matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir. Tutarlılık indeksi hesaplaması eşitlik 2.5'te gösterilmiştir:

$$\text{Tutarlılık İndeksi (CI)} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2.5)$$

Bazen yapılan hesaplamalarda $\lambda_{max} = n$ eşitliğinin sağlanamadığı ancak, λ_{max} değerinin n sayısına çok yakın olduğu durumlarda, sonuç sıfırdan farklı olacaktır. Bu durumda karar vericinin fikri alınarak oluşturulan matrisin tutarlılığını ölçebilmek için, Oak Ridge Ulusal Laboratuarlarında 1–9 arasında rasgele değerler verilerek oluşturulan çeşitli boyuttaki matrislerin (1–15 boyutlu) tutarlılık indeksleri hesaplanmış ve Çizelge 2.2 oluşturulmuştur [22].

Çizelge 2.2 Rassa İndeks

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

$\lambda_{\max}$ değerin n sayısına çok yakın olduğu durumlarda, karar vericinin fikri alınarak oluşturulan matrisin tutarlılığının kontrolünün yapılabilmesi için, sıfırdan farklı olarak elde edilen tutarlılık indeksi (CI), oluşturulan matrisin boyutuna göre tablodan alınacak değere bölünerek tutarlılık oranı eşitlik 2.6 olduğu gibi hesaplanır:

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \frac{CI}{RI} \quad (2.6)$$

Karar matrisinin tutarlı olabilmesi için $CR < 0,10$ olması istenir. CR sıfıra yaklaştıkça karşılaştırma sonuçları daha tutarlı olacaktır.

Öncelik değlerinin belirlenmesi: İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan ve matrislerin tutarlılıkları kontrol edildikten sonra karşılaştırılan elemanların öncelik değleri bulunur. AHS yönteminde çözüm algoritması öncelik (öz değ) vektörünün bulunmasına dayanır. Hiyerarşideki tüm elemanların öncelik vektörleri hesaplandıktan sonra bu değlerin birleştirilmesi yani sentezi gerçekleştirilir. Sentez aşamasında birleştirilecek öncelik vektörlerinin elde edilmesi için dört yöntem mevcuttur[22]:

- En basit yöntem: İkili karşılaştırma matrisindeki her satırın toplamı bulunur ve her toplam, tüm satırların toplamına bölünür yani normalize edilir. Negatif kriterler için normalizasyon işleminde yapılan değlendirmelerin çarpmaya göre tersleri alınarak hesaplama yapılır.
- Daha iyi yöntem: İkili karşılaştırma matrisindeki her sütundaki elemanların toplamı alınır ve bu toplamaların eşlenikleri (1/sütun toplamı) bulunur. Normalizasyon işleminde ise her eşlenik bu eşleniklerin toplamına bölünür.
- İyi yöntem: Bu yöntem aşağıdaki adımlardan oluşur;

1. Adım: İkili karşılaştırma matrisinin her bir sütununun toplamı hesaplanır.

2. Adım: Her bir matris elemanı bu toplama bölünür ve elde edilen sonuç matris normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisidir.

3.Adım: Normalize edilmiş matrisin satır elemanlarının ortalaması hesaplanır. Bu ortalamalar, birbiri ile karşılaştırılan seçeneklerin öncelikleri konusunda bir tahmin sağlar.

- En iyi yöntem: İkili karşılaştırma matrisindeki her satırdaki n eleman birbirleriyle çarpılır ve n . kökü bulunur. Elde edilen değerler normalize edilir.

Değerlendirme ve sonuç: İkili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen öncelik değerleri birleştirilerek amaca ilişkin alternatiflerin öncelikleri elde edilir. Daha sonra, değerlendirilen kriterlerin öncelik değerleri ile alternatiflerin öncelik değerleri çarpılıp toplanarak birleştirme işlemi yapılır. Elde edilen sonuçlardan en yüksek değere sahip alternatif seçilir.

AHS yönteminde izlenecek adımlar şu şekilde özetlenebilir:

- Öncelikle problem tanımlanır.
- Sistem gözlemlendikten sonra, probleme uygun hiyerarşik yapı oluşturulur. Oluşturulan hiyerarşide en üst düzeyde ana hedef, orta seviyede kriter ve alt kriterler, en alt seviyede ise alternatifler yer almaktadır.
- Hiyerarşinin en üst düzeyinden bağlanarak tüm kriter ve alt kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.
- Oluşturulan karşılaştırma matrisleri normalize edilir.
- Normalize edilmiş matrisin tüm satırlarının ortalamaları alınarak öncelikler vektörü elde edilir.
- Öncelikler vektörü ile karşılaştırma matrisi çarpılarak bütün öncelikler matrisi elde edilir.
- $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ Formülü ile tutarlılık indeksi hesaplanır.
- Tutarlılık oranının hesaplanabilmesi için karar alternatiflerinin sayısına karşılık gelen RI değeri tespit edilir.
- $CR = \frac{CI}{RI}$ Formülü ile tutarlılık oranı hesaplanır. Eğer $CR < 0,10$ ise karar matrisi tutarlıdır. $CR > 0,10$ olması durumunda karşılaştırma matrisi tekrar gözden geçirilir ve matrisin tutarlı şekle getirilmesi için gerekli düzenlemeler yapılır.

- Tutarlılıkları kontrol edilen ikili karşılaştırmalardan elde edilen öncelik değerleri birleştirilerek amaca ilişkin alternatiflerin öncelikleri elde edilir.
- Değerlendirilen kriterlerin öncelik değerleri ile alternatiflerin öncelik değerleri çarpılıp toplanarak birleştirme işlemi yapılır. Elde edilen sonuçlardan en yüksek değere sahip alternatif seçilir.

2.5.4 Analitik Ağ Süreci

Analitik Ağ Süreci (AAS) yönteminde problem, ağ yapısı kullanılarak modellenmekte, bu esnada tüm kriter kümelerindeki (aynı kümeye ait veya değil) alt kriterler arasındaki bağımlılıklar ve her kriter kümesindeki alt kriterler arasındaki o kümeye ait içsel bağımlılıklar göz önüne alınmaktadır.

AAS AHS yönteminin uzantısı olarak geliştirilmiş çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir. AHS’de seviyeler birbirinden bağımsız iken, AAS’de ise seviyeler arasındaki karşılıklı bağımlılıklar dikkate alınır. Ayrıca AAS karar seviyeleri ve özellikler arasında daha kompleks ilişkilerin dikkate alınmasını sağlar. AAS karar verme sürecinde faktörler arasındaki ilişkilerin dikkate alınmasını sağlamakta ve problemi tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. AAS’nin aşamaları;

- İlk aşamada karar problemi tanımlanır. Amaç, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler net biçimde ifade edilir.
- Kriterler arasındaki etkileşimler belirlenir. İçsel ve dışsal bağımlılıklar ve varsa kriterler arasındaki geri bildirimler ilişkilendirilir.
- Kriterler arası ikili karşılaştırmalar yapılır ve öncelik vektörlerinin hesaplanır.
- Karşılaştırma matrislerinin tutarlılık analizleri yapılır.
- Süper matris oluşturulur.
- En İyi Alternatifin Seçimi: Elde edilen limit süper matrisle, alternatiflere ve/veya karşılaştırılan kriterlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenmiş olur. Seçim probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif en iyi alternatif, ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter, karar sürecini etkileyen en önemli kriterdir.

2.5.5 TOPSIS Metodu

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir ve ELECTRE yönteminin temel yaklaşımlarını kullanır. Karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır ve çözüm süreci ELECTRE yöntemine nazaran daha kısadır. TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Yöntemin ilk iki adımı ELECTRE yöntemi ile ortaktır. Aşağıda TOPSIS yönteminin adımları tanımlanmıştır.

Adım 1: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

Adım 2: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve eşitlik 2.7 kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (2.7)$$

R matrisi eşitlik 2.8'deki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$).

Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi eşitlik 2.9'da gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Adım 4: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır.

İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması eşitlik 2.10'da gösterilmiştir.

$$A^* = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J')\} \quad (2.10)$$

Formülden hesaplanacak set $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$ şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması eşitlik 2.11'de gösterilmiştir.

$$A^- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in J')\} \quad (2.11)$$

Formülünden hesaplanacak set $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$ şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir.

Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) eşitlik 2.12'de ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü ise eşitlik 2.13'de gösterilmiştir:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (2.12)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (2.13)$$

Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması eşitlik 2.14'te gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (2.14)$$

Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

2.5.6 ELECTRE Metodu

ELECTRE yönteminin temelinde, her bir kriter için ayrı ayrı alternatifleri ikili olarak karşılaştırıp üst sıralama ilişkilerini elde etmek yatar. Bir alternatifin diğer alternatiflere göre sayısal olarak baskın olmadığı durumlar da dâhil olmak üzere karar verici

tarafından birinin diğerine tercih edileceği durumlar tanımlanır. ELECTRE, öne geçme veya baskınlık ilişkisine dayanan bir yöntemdir, her bir ölçüt için bir verimlilik bir de önem ölçüsü tespit edilir. Tayin edilen verimlilik ölçüleri üzerinden her bir seçeneğe not verilir. Bir alternatif diğer alternatiflerden tüm kriterlere göre eşit ya da daha iyi ise baskın alternatif olarak adlandırılır. Yöntem alternatiflerin her bir kriter için ikili karşılaştırmalarıyla baslar. Bu karşılaştırma sürecinde karar verici esik değerleri belirler. Eşik değerler karşılaştırılarak, karar vericinin aşağıdaki sonuçlardan birine ulaşması sağlanır[23]:

- Karar verici alternatifler arasında kayıtsız kalabilir.
- Bir alternatifi diğerine göre zayıf bir şekilde tercih edebilir.
- Bir alternatifi diğerine göre kuvvetli bir şekilde tercih edebilir.
- Herhangi bir tercih ilişkisi kurmayabilir.

Alternatiflerin üst sıralama ilişkilerinin aşamalı olarak değerlendirilmesi sonucu, uyum indeksi elde edilir. Benzer şekilde baskın olmama düzeyini gösteren bir de uyumsuzluk indeksi elde edilir. ELECTRE yöntemi ile alternatifler arası ikili üst sıralama ilişkileri sistemi elde edilir.

2.5.7 PROMETHEE Metodu

Alternatifler arasından en uygun olanın seçilmesi ile ilgili problemler ya da alternatifleri sıralama problemleri çok kriterli ve zor problemler arasındadır. Genellikle bu tür problemlerin bir en uygun çözümü yoktur. Yani alternatiflerden hiç birisi, belirlenen tüm kriterlerin en iyi çözümü değildir.

Son yıllarda, belirlenen kriterlere uygun en iyi alternatifin seçilmesi için kullanılabilecek çok sayıda karar destek metodu geliştirilmiştir. Bu metotlardan bir tanesi de “The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation” olarak ifade edilen PROMETHEE yöntemidir. PROMETHEE, metot tanımının baş harflerinin birleştirilmesi ile oluşturulmuş bir kısaltmadır ve literatürde bu şekilde bilinmektedir. PROMETHEE, 1982 yılında Jean-Pierre Brans tarafından geliştirilmiş çok kriterli bir öncelik belirleme yöntemidir[23].

PROMETHEE yöntemi literatürde yer alan mevcut önceliklendirme yöntemlerinin uygulama aşamasındaki zorluklardan hareketle geliştirilmiş ve günümüze kadar bazı çalışmalarda kullanılmıştır.

PROMETHEE yöntemi, çok kriterli problemlerin çözümünde alanındaki en etkili ve en kolay yöntem olarak bilinmektedir. Yöntem karar noktalarının sırasını, Promethee 1 (kısmi sıralama) ve Promethee 2 (tam sıralama) ana aşamalarıyla belirler. Promethee yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır.

Ancak diğer çoklu karar verme yöntemlerinden temel farkı, değerlendirme faktörlerinin birbirleri arasında ilişki düzeyini gösteren önem ağırlıklarının yanı sıra, her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır. Değerlendirme faktörlerinin iç ilişkisi, veri kümesinin dağılımıyla ortaya konur ve yöntemde bu amaçla 6 farklı dağılım öngörülmüştür.

PROMETHEE yöntemini kullanan karar vericiler problemle ilgili tüm verileri kolay anlaşılabilir çok kriterli bir tabloda görebilmektedir. Ayrıca bu yöntem için bir Kanada firması olan Visual Decisions tarafından geliştirilen Decision Lab 2000 programı ile çok kriterli karar verme ve sıralama problemlerini PROMETHEE yöntemi temelinde çözebilmek daha kolay ve pratik hale gelmiştir. Decision Lab 2000 programını kullanan karar vericiler programın analitik yardımları, bilgisayar desteği ve yapısal prosedürleri sayesinde etkin ve güvenilir bir karar verme süreci yaşamaktadırlar.

PROMETHEE yönteminin diğer yöntemlere göre bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Bu üstünlükler şu şekilde açıklanabilir[23]:

- PROMETHEE yöntemi her kriterin karar vericiler tarafından belirlenmiş tercih fonksiyonunu dikkate alır. Böylece her kriter farklı bir şekilde değerlendirilebilir. Bu da daha iyi bir karara ulaşmayı sağlar.
- PROMETHEE I yöntemi ile birbiri ile kıyaslanması mümkün olmayan alternatifler belirlenerek kısmi sıralama belirlenebilir.
- Decision Lab1 paket programı yardımıyla alternatifler arasındaki kısmi ve tam sıralamaya kolaylıkla ulaşılabilir.

- Ayrıca PROMETHEE I, PROMETHEE II ve PROMETHEE III yöntemlerine ek olarak PROMETHEE IV ve PROMETHEE V yöntemleri de geliştirilmiştir. PROMETHEE IV yöntemi çok amaçlı karar verme problemleri ile ilgilidir ve sınırsız sayıda olayı değerlendirebilmektedir. PROMETHEE V yöntemi ise kümelerde gruplanmış sınırlı sayıda alternatifi değerlendirmede kullanılmaktadır.

3.1 Bulanık Mantık Kavramı

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından “Information and Control” dergisinde yayınlanan “Bulanık Kümeler” adlı makale ile ortaya atılmıştır. Bu makalede bulanık kümelerin tanımı, temel işlemleri, kavramları ve özellikleri verilmiştir. Zadeh[24], gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Çünkü bilgi kaynaklarının tümünü insan aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de içerdiği vurgulanmalıdır. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez. Bulanık sistemlerin asıl değerlendireceği alan, bu tür bilgilerin bulunması halinde çözüme ulaşmak için nasıl düşünüleceğidir. Bulanık mantıkta, herhangi bir problemin yaklaşık olarak modellenmesine ve matematiksel olarak karmaşık olmayacak çözümlerle denetim altına alınmasına çalışılmaktadır [24].

Bulanık mantık yaklaşımı, makinalara insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. İşte bu sembolik ifadelerin makinalara aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantıktır. Bulanık mantık ilişkisi olarak makinaları ve ürünleri insanların yaptığı şekle benzeyen süreç bilgisi vasıtasıyla,

bağımsız ve daha etkili bir şekilde işletmeyi mümkün kılar. Bulanık mantık, uzman tahminlerini ya da yaklaşımlarını kullanır, ayrıca hızlı, geniş, biraz ya da yeşile bakan mavi gibi öznel ya da bulanık kavramları içermeye kapasitesine sahiptir. İnsan mantığı; açık, kapalı, sıcak, soğuk, 0 ve 1 gibi değişkenlerden oluşan kesin ifadelerin yanı sıra az açık, az kapalı, serin, ılık gibi ara değerleri de göz önüne almaktadır. Bulanık mantık klasik mantığın aksine iki seviyeli değil, çok seviyeli işlemleri kullanmaktadır. Bir başka deyişle; bulanık mantık, doğruluğun veya yanlışlığın derecesini konu aldığı için iki seviyeli mantığın oldukça genişletilmiş hali olarak da düşünülebilir. Öyle ki, doğru ve yanlış arasında kısmen doğru ve kısmen yanlış kavramları da sokularak spektrum genişletilmiştir [25].

İnsan beyninin muhakeme etme yeteneği bilgisayarlarınkinden farklıdır. Bilgisayarlar, muhakemede bulunurken siyah veya beyaz şeklinde ifadelere dayanan belirgin adımlar izlerler ve 0-1’li sistemi kullanırlar. İnsanlar ise sağduyularına dayanarak belirsizlik ve bulanıklık içeren ifadeler ile muhakemede bulunurlar. Bulanık veya gri durumlar, 0 ile 1 arasında değerler alır. İnsan beyni, bu bulanık modeller ile rahatlıkla çalışırken, bilgisayarlar için aynı durum geçerli değildir. Bulanık mantık yardımıyla, bu eksikliğin üstesinden gelinmeye çalışılmaktadır. Yalnız, bulanık mantığın da yapabilecekleri sınırlıdır. İnsan düşüncesinin ve yaratıcılığının bulanık mantık ile tümüyle taklit edilmesi imkânsızdır. Bununla birlikte bulanık mantık, bir durum için çözüm üretirken aynı durumlar için önceden tanımlanmış kuralları kullanır. Yani, teknik bir sistemin, belirli, kesin durumlarda istenilen performansa ulaşması için gerekli kurallar tanımlanabilirse, bulanık mantık etkin bir biçimde bu bilgiyi çözüme çevirecektir [26]. Bulanık mantık özellikle anlaşılması güç ve yoruma dayanan çok karmaşık sistemlerde ve insan muhakemesine, algılamasına veya karar verme olgusuna dayanan süreçlerde çok faydalı olmaktadır.

Bulanık mantığın en geçerli olduğu durumlardan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olması ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve yargılarına yer verilmesi, ikincisi ise insan kavrayış ve yargısına gerek duyan hallerdir. Bulanık mantıkta karşılaşılan her türlü sorunun karmaşık da olsa çözülebileceği anlamı çıkarılmamalıdır. Ancak en azından insan düşüncelerinin incelenen olayla ilgili olarak bazı sözel çıkarımlarda bulunması dolayısıyla en azından daha iyi anlaşılabilen

sonucuna varılabilir. Araştırmacıların bulanık sistemleri kullanması için genel olarak iki sebep sıralanabilir[27]:

- Gerçek dünya olaylarının çok karmaşık olması nedeniyle bu olayların belirgin denklemler ile tanımlanarak kesinlikle kontrol altına alınması mümkün olmaz. Bunun sonucu olarak araştırmacı, kesin olmasa bile yaklaşık fakat çözülebilirliği olan yöntemlere başvurmayı tercih eder.
- Mühendislikte bütün teori ve denklemler gerçek dünyayı yaklaşık bir şekilde ifade eder. Birçok gerçek sistem doğrusal olmamasına rağmen bunların klasik yöntemlerle incelenmesinde doğrusallık kabulünü işin içine koymak için her türlü gayret sarf edilir.

Bulanık mantığın ardındaki temel fikir, bir önermenin doğruluğunun, önermelerde kesin yanlış ve kesin doğru arasındaki sonsuz sayıda doğruluk değerlerini içeren bir kümedeki değerler, ya da sayısal olarak $[0,1]$ gerçel sayı aralığında ilişkilendirilen bir fonksiyon olarak kabulüdür. Bulanık mantığın genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Bulanık mantıkta kesin nedenlere dayalı düşünme yerine yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey $[0,1]$ Aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.

3.2 Bulanık Mantığın Tarihsel Gelişimi

Günümüzün gelişen teknolojileri artık geleneksel elektronik denetim biçimlerinden yeteri kadar verim alamamaktadır. Gün geçtikçe ortaya çıkan daha hassas birimler ve kaçınılmaz olan enerjiden tasarruf sağlama zorunluluğu bilim adamlarını bu yönde araştırmalar yapmaya itmiştir. Gitgide mükemmele yaklaşma isteği ve doğanın belki de bir gün aynısının yapay yollarla ortaya çıkarılmaya çalışılması Yapay Zekâ (Artificial Intelligence - AI), Yapay Sinir Ağları (Neural Networks), çok değerli mantık (Multivalued

Logic) ve bunlarla birlikte Bulanık Mantığın (Fuzzy Logic) ortaya çıkarılmasına neden olmuştur.

Bulanık mantık her gün kullanılan ve insan davranışlarının yorumlandığı yapıya ulaşılmasını sağlayan matematiksel bir disiplindir. Temelini doğru ve yanlış değerlerin belirlendiği Bulanık Küme Kuramı (Fuzzy Set Theory) oluşturur. Burada yine geleneksel mantıkta olduğu gibi (1) ve (0) değerleri vardır. Ancak bulanık mantık yalnızca bu değerlerle yetinmeyip bunların ara değerlerini de kullanarak; örneğin bir uzaklığın yalnızca yakın ya da uzak olduğunu belirtmekle kalmayıp ne kadar yakın ya da ne kadar uzak olduğunu da söyler. Bu mantık elektrikli ev aletlerinden oto elektroniğine, gündelik hayatta kullanılan iş makinelerinden üretim mühendisliğine, endüstriyel teknolojilerden otomasyona kadar akla gelebilecek her yerde kendisine uygulama alanı bulabilir [28].

3.3 Bulanık Küme Teoremi

Bulanık mantık, sayıların komşuluğu felsefesine dayanır. Karar sürecinde bir durum bir sayıyla ifade ediliyorsa, söz konusu durumun kabul edilirliliği o sayının gerçekleşmesinde sağlanacaktır. Ancak söz konusu sayıya yakın sayılar karar sürecinin bir parçası olarak algılanmayacaktır. Oysa belirli bir güven katsayısında bu sayıların farklı popülasyonların üyeleri olduğunu öne sürmek de istatistiksel açıdan yanlış olacaktır.

Zadeh'e göre klasik sistem kuramının matematiksel yöntemleri, gerçek dünyadaki özellikle insanları içeren karmaşık sistemlerle uğraşırken yetersiz kalmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için Zadeh [29], niteliklerin üyelik fonksiyonlarıyla ifade edildiği bulanık kümeler tanımlamasını önermiştir. Bulanık küme, devamlı üyelik derecesine sahip nesneler kümesidir. Bulanık küme, her nesneyi 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip üyelik fonksiyonu ile nitelendirmektedir [30]. Başka bir deyişle; bulanık küme, değişik üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluktur. Klasik küme teorisindeki siyah-beyaz ikili üyelik kavramını kısmi üyelik kavramına genelleştirir. Burada "0" değeri üye olmamayı, "1" değeri de tam üye olmayı belirtirken (0,1) arası değerler de kısmi üyelik kavramına karşılık gelir.

Klasik küme teorisinde kesin sınırlı küme kavramı kullanılır. Bu kavram bir nesnenin bir kümenin elemanı olması ya da olmaması gibi iki seçenekli bir mantığa dayanmaktadır. Örneğin 6 gerçel sayısından büyük sayılardan oluşan A klasik kümesi eşitlik 3.1’de ifade edilir:

$$A = \{x \mid x > 6\} \quad (3.1)$$

Burada, sınır net bir şekilde belirlidir. Eğer x sayısı 6’dan büyük ise x , A kümesine aittir. Aksi takdirde x bu kümeye ait değildir.

Klasik kümede nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin tam elemanı, 0 ise elemanı değildir. Başka bir deyişle klasik kümelerde, elemanların üyelikleri $\{0,1\}$ değerlerini alır. Klasik küme A için üyelik fonksiyonu eşitlik 3.2’de tanımlanır:

$$A \rightarrow \mu = \begin{cases} x \in A \text{ ise, } 1 \\ x \notin A \text{ ise, } 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

Klasik küme teorisi, bir elemanın kümenin elemanı olma ya da olmaması temel kavramı üzerine kuruludur. Bu teoride, üye olma ile olmama arasında keskin, açıkça belirtilen bir ayrım söz konusudur. Diğer bir deyişle, bir nesnenin bir kümenin elemanı olup olmadığı sorulduğunda cevap “evet” ya da “hayır” olacaktır. Bu hem deterministik hem de stokastik durumlar için de geçerlidir. Olasılık teorisinde ve istatistikte, bir nesnenin bir kümeye üye olma olasılığının ne olduğu sorulduğunda cevap “Bu nesnenin bu kümeye üye olma olasılığı % 90’dır” şeklinde olabilmektedir. Bu durumda da sonuç “elemanıdır” ya da “elemanı değildir” şeklinde olacaktır. Klasik küme teorisinde, bir elemanın hem üye hem de üye olmama durumu söz konusu olamaz. Bu yüzden gerçek hayattan birçok uygulama problemi klasik küme teorisi ile açıklanıp ele alınamaz. Bu durumun tersine, bulanık küme teorisi kısmi üyeliği kabul etmektedir. Bu yüzden bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinin genelleştirilmiş şeklidir [31]. Bulanık küme, klasik kümelerin aksine kesin sınırlara sahip değildir. Kümeye ait olmadan ait olmamaya kademeli bir geçiş vardır ve bu geçiş üyelik fonksiyonları ile nitelendirilmiştir. Bu da bulanık kümeler “su sıcak”, “sıcaklık yüksek” gibi sözel ifadeleri modellemede esneklik sağlamaktadır.

Klasik kümeler, matematik ve bilgisayar bilimi için önemli bir araç ve çeşitli uygulamalar için uygun olmasına rağmen, insani düşünce tarzını ve kavramları yansıtamamaktadır. Bulanık kümeler, insan bilgisini veya insan anlayışını ve dünya ile ilgili kavramları

modellemek için önemli bir araçtır . Bulanık küme teorisi az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dilbilimsel yapıları kullanarak dereceli veri modellemesini gerçekleştirmektedir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesini sağlar [32]. Başka bir deyişle, belirsiz bilgileri işleyebilme ve kesin rakamlar ile ifade edilemeyen durumlarda karar vermeyi kolaylaştırmaktadır.

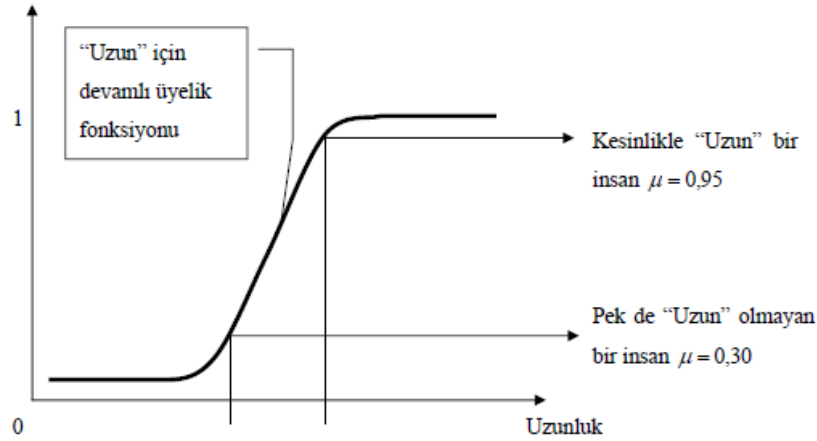
Gerçek hayatta karşılaşılan problemlerde ortaya çıkan belirsizliği modellemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Nesne sınıflarının sınırlarının keskin bir şekilde tanımlanamamasından kaynaklanan belirsizlik durumunda, bulanık kümelerden yararlanılır. Bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri uzman kişilerin de vereceği sözel bilgileri işleyerek toptan çözüme gitmeye yarar. Her sözel bilgi bir bulanık kümeye karşılık gelir. Bulanık kümelerde üyelik derecesi fonksiyonlarına, öznel tercihler yaparak karar verilebilir. Bulanık kümeler böylelikle kişiler arası diyaloga yardımcı olur. Bulanık küme teorisi, tam olarak tanımlanması zor olan sistemleri modellemede kullanılmaktadır. Metodoloji olarak, bulanık küme teorisi; belirsizlik ve sübjektiviteyi model oluşturma ve çözüm sürecine dâhil eder [33].

3.4 Üyelik Fonksiyonu

Üyelik fonksiyonu, girdi uzayında noktanın 1 ile 0 arasında nereye geldiğini tespit etmek için kullanılan bir eğridir. Yani bu fonksiyon ile bulanık mantıkta bulanıklaştırma işlemlerinde, keskin değerlerin bulanık kavram olarak 1 ile 0 arasındaki yerini bulur.

En çok rastlanılan bulanık küme örneği uzun insanlar kümesidir denilebilir. Keskin değerlerden oluşan klasik kümelerde, daha önce de belirtildiği gibi, uzun insanlar kümesine dâhil olanları ve olmayanları birbirinden ayırt etmek oldukça mantık dışıdır. 1.70 m.lik bir sınırı uzun olarak nitelendirilirse bütün ırklara göre değişen uzunluk durumlarını, cinsiyetle değişen uzun kısa kavramını, örneğin basketbol gibi bir sporla uğraşan profesyonel bir sporcu için belirtilen uzunluk sınırını, herhangi bir yaş için konulan uzunluk sınırlarının hepsini göz ardı edilmiş olunur. Bunun için çözümün bulanık kümelerden faydalanmak olduğunu da daha önceki bölümlerde belirtilmişti. Yapılması gereken uzun olmayandan uzuna doğru bir grafik hazırlamak ve her boy için 1 ile 0 arasında bir uzunluk derecesi belirlemektir. Yapılan işlem bir bakıma uzun

olmanın doğruluk derecesini tespit etmektir. Uzunluk derecelerine karar vermek için kullanılan fonksiyona da uzunluk fonksiyonu ya da genel olarak uzun insanlar kümesine üye olma anlamında üyelik fonksiyonu denir.



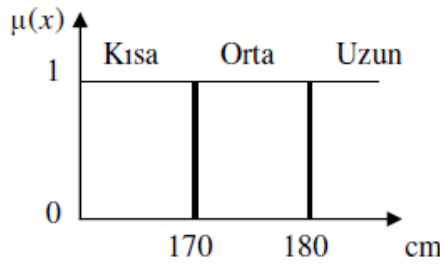
Şekil 3.1 Üyelik Fonksiyonu

Üyelik fonksiyonlarını oluşturmada birçok yöntem bulunmaktadır. En gelişmiş yöntemler uzman tecrübelerinden faydalananarak küme değerlerini noktalı olarak belirlemek ve analitik fonksiyon biçiminde ifade etmektir. Üyelik fonksiyonunu oluşturmak için üç yol izlenebilir. Bunlardan ilki, kavram hakkında bilgi sahibi olan kişiler ile görüşmek ve daha sonra gerekli düzenlemeleri yapmaktır. İkinci yol, verilerden yararlanarak oluşturmaktır. Üçüncü yol ise sistem performansından gelen geri bildirimlerden yararlanarak belirlemektir. İlk yaklaşım 80'li yılların sonundan beri bulanık mantık araştırmacıları ve uygulamacıları tarafından izlenen temel yaklaşımdır. Sistematik düzenleme stratejilerinin eksikliğinden dolayı günümüzde birçok bulanık sistem deneme yanılma süreci şekline dönüşmüştür [34].

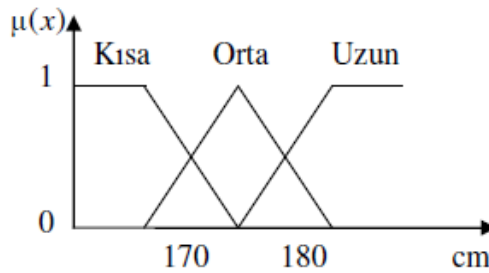
Bulanık küme, evrende olası her mümkün bireye, bu bireyin bulanık küme içerisindeki üyelik derecesi değerini atayarak matematiksel olarak tanımlar. Örneğin, genç evrensel kümesinde 30 kg ağırlıklı birisi %100 zayıf olarak tanımlanırsa, 40 kg, 50 kg, 60 kg, uygun olarak %80, %50, %10 zayıf olarak tanımlanabilmektedir. Bu üyelik derecelerinin değerlerine uzman tarafından deneyler sonucunda ve tecrübelerle karar verilebilmektedir.

Klasik kümeler karakteristik fonksiyon ile tanımlanırken, bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile nitelendirilir. Klasik kümelerin karakteristik fonksiyonunda derece 0

veya 1 olabilirken, üyelik fonksiyonu 0 ile 1 arasında değerler alabilir. Bulanık kümelerin, klasik kümelerin genişletilmiş şekli olduğu varsayılır. Bu yüzden, üyelik fonksiyonları karakteristik fonksiyonların genişletilmiş şeklidir. Klasik kümenin karakteristik fonksiyonu ile bulanık kümenin üyelik fonksiyonunu bir örnek yardımıyla şu şekilde karşılaştırılabilir [35]:



Şekil 3.2 Boy dilsel değişkeni ile klasik kümede karakteristik fonksiyon



Şekil 3.3 Boy dilsel değişkeni ile bulanık kümede üyelik fonksiyonu

Üç kişinin boyları şu şekilde verilsin:

A: 179 cm, B: 171 cm, C: 168 cm

Bu üç kişinin boyları Şekil 3.3'deki gibi klasik küme ile tanımlanacak olursa, çizelge 3.2'deki gibi karakteristik fonksiyonlara ulaşırız. Karakteristik fonksiyonun değerine göre A ve B orta boy kümesine, C ise kısa boy kümesine aittir. B ile C arasındaki boy farkı 3 cm olmasına rağmen farklı gruptayken, A ile B arasındaki boy farkı 8 cm olmasına rağmen aynı gruptadırlar. Bu durum orta boy küme ayrımının 170 ile 180 cm arasında olmasından kaynaklanmaktadır [35].

Çizelge 3.1 Boy dilsel değişkeni için klasik kümenin karakteristik fonksiyonu

Boy	Kısa	Orta	Uzun
A - 1,79 cm	0	1	0
B - 1,71 cm	0	1	0
C - 1,68 cm	1	0	0

Bulanık kümede boy kümesinin üyelik fonksiyonu Şekil3.1’de görüldüğü gibi oluşturulur. A, B, C’nin üyelik değerleri Çizelge 3.2’deki gibidir [35].

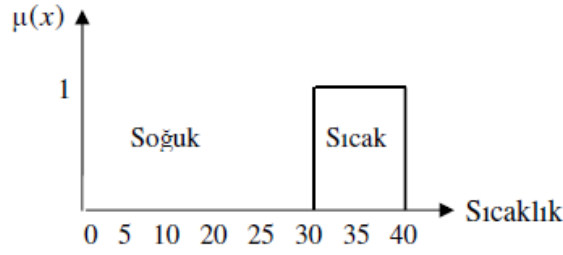
Çizelge 3.2 Boy dilsel değişkeni için bulanık kümenin üyelik fonksiyonu

Boy	Kısa	Orta	Uzun
A - 1,79 cm	0	0,4	0,6
B - 1,71 cm	0,4	0,6	0
C - 1,68 cm	0,7	0,3	0

Çizelge 3.2’ye göre A orta boylular kümesine 0.4 üyelik derecesi, uzun boylular kümesine 0.6 üyelik derecesi ile aittir. Benzer şekilde, B kısa boylular kümesine 0.4 üyelik derecesi, orta boylular kümesine 0.6 üyelik derecesi ile, C kısa boylular kümesine 0.7 üyelik derecesi, orta boylular kümesine 0.3 üyelik derecesi ile aittir.

Klasik kümelerdeki karakteristik fonksiyon ile bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu arasındaki farkı gösterebilmek için sıcaklık sözel değişkeni ele alınacak olursa;

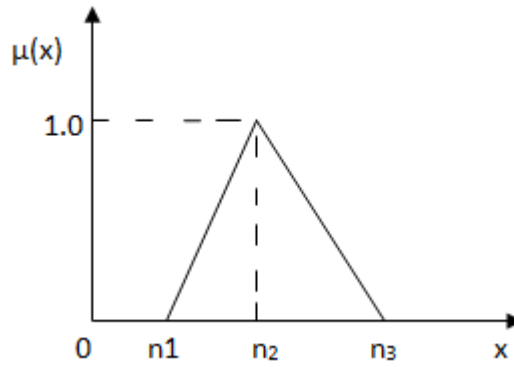
Sıcaklık sözel değişkeni için klasik kümelerde üyelik derecesi şekil 5’de görüldüğü gibi tanımlanabilir. Burada, eğer sıcaklık 30 derecenin altına düşerse sıcak değildir. Yani klasik mantık teorisine göre 29.5 derece sıcak değildir. Doğal olarak bu mantığın hiçbir esnekliği yoktur. Gerçek dünyada ise sınırlar bu kadar keskin değildir.



Şekil 3.4 Sıcaklık dilsel değişkeni için klasik kümede karakteristik fonksiyon

3.4.1 Üçgen Bulanık Sayılar

$n = (n_1, n_2, n_3)$ Olarak ifade edilen üçgen bulanık sayıların gösterimi şekil 3.5'deki gibidir.



Şekil 3.5 Üçgen Bulanık Sayı Gösterimi

Üçgen bulanık sayı yardımıyla yapılan temel aritmetik işlemler çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Temel Bulanık aritmetik işlemler

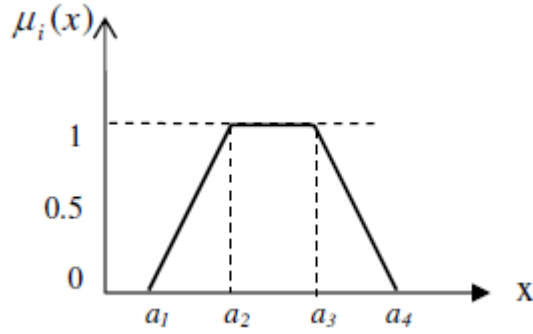
Toplama	$(m, a, b) \oplus (n, c, d) = (m+n, a+c, b+d)$
Çıkarma	$(m, a, b) - (n, c, d) = (m-n, a+d, b+c)$
Çarpma	$-(m, a, b) = (-m, b, a)$
Sayı ile çarpma	$(m, a, b) \times (n, 0, 0) = (mn, an, bn)$
Bulanık sayı ile çarpma	

$m > 0, n > 0$	$(m, a, b) \otimes (n, c, d) = (mn, cm+an, dm+bn)$
$m < 0, n > 0$	$(m, a, b) \otimes (n, c, d) = (mn, an - dm, bn - cm)$
$m < 0, n < 0$	$(m, a, b) \otimes (n, c, d) = (mn, -bn - dm, -an - cm)$

3.4.2 Yamuk Bulanık Sayılar

Bir yamuk üyelik fonksiyonu $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ olarak dört parametre ile tanımlanır. Yamuk üyelik fonksiyonu Şekil 3.6'da görüldüğü gibidir. Yamuk üyelik fonksiyonun matematiksel olarak ifadesi eşitlik 3.3'de gösterilmiştir:

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \begin{cases} (x-a_1)/(a_2-a_1) & \text{ise, } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & \text{ise, } a_2 \leq x \leq a_3 \\ (a_4-x)/(a_4-a_3) & \text{ise, } a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & \text{ise, } x > a_4 \text{ veya } x < a_1 \end{cases} \quad (3.3)$$



Şekil 3.6 Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur. Formüllerin basit oluşu ve bilgi işlemedeki etkinlikleri açısından hem üçgen hem de yamuk üyelik fonksiyonları çok sık kullanılmaktadır.

3.4.3 Gaussian Üyelik Fonksiyonu

Gaussian üyelik fonksiyonu m ve σ parametreleri ile tanımlanır:

$$\mu_A = (x; m, \sigma) = \exp \left\{ \frac{(x-m)^2}{\sigma^2} \right\} \quad (3.4)$$

Bu fonksiyonda m fonksiyon merkezini ve σ da genişliği ifade eder. σ Değerini değiştirerek, fonksiyon biçimi değiştirilebilir. Eğer σ , küçük olursa üyelik fonksiyonu daha ince olurken, bu değer büyüdükçe üyelik fonksiyonu gittikçe yayvanlaşacaktır.

Ayrıca bunlara ilave olarak sigmodial üyelik fonksiyonu vardır. Sigmodial üyelik fonksiyonu, a_1 ve a_2 olmak üzere iki parametre ile tanımlanır.

$$\mu_A(x; a_1, a_2) = \left\{ \frac{1}{1 + e^{-a_1(x-a_2)}} \right\} \quad (3.5)$$

Diğer bir üyelik fonksiyonu olan S fonksiyonu ise a_1 ve a_2 parametreleri ile tanımlanan düzgün bir üyelik fonksiyonudur. Bu fonksiyonun adı şeklinin S harfine benzemesinden gelmektedir.

$$\mu_A(x; a_1, a_2) = \begin{cases} 0 & \text{ise} & x \leq a_1 \\ 2[(x - a_1)/(a_2 - a_1)]^2 & \text{ise} & a_1 \leq x \leq \left[\frac{a_1 + a_2}{2} \right] \\ 1 - 2[(x - a_2)/(a_2 - a_1)]^2 & \text{ise} & [(a_1 + a_2)/2] \leq x \leq a_2 \\ 1 & \text{ise} & a_2 \leq x \end{cases} \quad (3.6)$$

3.5 Bulanık Mantık Yaklaşımını Avantajları ve Dezavantajları

Bulanık mantık yaklaşımının klasik yaklaşımlara göre bir takım avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bulanık mantık kavramının avantajları şu şekilde sıralanabilir[36]:

- Bulanık mantığın insan düşünüş tarzına yakın olması, matematiksel modellere uyum sağlaması, uygulamalarının hızlı ve ucuz olması, insan davranışlarını formüle etmesi ve yeni olanaklara açık olması en önemli avantajlarındanıdır.
- Bulanık mantık yaklaşımı matematiksel modele ihtiyaç duymadığından, matematiksel modeli iyi tanımlanamamış, zamanla değişen ve doğrusal olmayan sistemler en başarılı uygulama alanlarıdır. Ayrıca çok karmaşık, belirsizlik içeren sistemlerin oluşturulmasına olanak tanır.
- İnsan faktörünün içine girdiği, belirsizlik, kişisel önyargı, davranış ve amaçların kapsandığı durumlarda uygulama alanı bulduğundan gerçek hayat problemleri için klasik matematiksel modellemekten daha esnek ve güvenlidir.

Bulanık mantığın avantajlarının yanında bir takım dezavantajları da mevcuttur. Bu dezavantajlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir[36]:

- Bulanık mantık uygulamalarında mutlaka kuralların uzman deneyimlerine dayanarak tanımlanması gerekir. Üyelik fonksiyonlarını ve bulanık mantık kurallarını tanımlamak her zaman kolay değildir.

- Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem ve öğrenme yeteneği yoktur. En uygun yöntem deneme yanılma yöntemidir, bu da çok uzun zaman alabilir. Uzun testler yapmadan gerçekten ne kadar üyelik işlevi gerektiğini kestirmek çok güçtür.
- Sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispatlanmış kesin bir yöntemin olmayışı bulanık mantığın temel sorunudur. Günümüzde bu sadece pahalı deneyimlerle mümkün olmaktadır.
- Belirli formal tasarımının olmaması ve iyi metriklere sahip bulunmaması, geleneksel yöntemlere göre ne kadar iyi sonuç vereceğinin ve ne zaman kullanılması gerektiğinin kestirilememesi de dezavantajları arasında sayılabilir.[36]

3.6 Bulanık Karar Verme

Karar terimi bir avukat, bir işadamı, bir general, bir psikolog ya da bir istatistik uzmanı tarafından kullanılıp kullanılmadığına bağlı olarak birçok farklı anlamlara sahip olabilir. Bu, bir durumda yasal bir yapı ifade ederken diğerinde matematiksel bir model olabilir. Klasik karar teorisinde bir karar; karar alternatiflerinin (karar uzayı) bir kümesi; doğa durumlarının bir kümesi (durum uzayı kümesi); kararın her bir ikilisini atayan ve bir sonuç belirten bağıntı; ve son olarak sonuçları çekiciliklerine göre sıraya koyan fayda fonksiyonu ile tanımlanabilir. Belirlilik altında karar verirken karar verici, hangi durumu beklediğini bilir ve verilen geçerli durum uzayından en yüksek faydalı karar alternatifini seçer. Risk altında karar verirken ise karar verici hangi durumun gerçekleşeceğini bilmez, sadece durumların olasılık fonksiyonunu bilir. Dolayısıyla bu kez karar verme daha zor bir hal alır.

Gerçek hayatta karşımıza çıkan durumlarda, eksik ya da elde edilemeyen bilgi yüzünden veriler kolay belirlenemediğinden genellikle bulanıktır ve kesin değildir. Bu yüzden, karar vericiler bazen eksik ve sayısal olmayan bilgiler kullanarak karar vermek zorunda kalabilirler. Bu gibi durumlarda bulanık küme teorisi, karar verme sürecine dâhil edilerek daha etkin kararlara ulaşılabilir.

Bulanık amaç fonksiyonu ve kısıtlar kendi üyelik fonksiyonları ile karakterize edilebilirler. Amaç fonksiyonu ve aynı zamanda kısıtları sağlamayı (optimize etmeyi) istediğimizde, bulanık çerçevede bir karar, bulanık olmayan çerçevede karara benzer şekilde; amaç fonksiyonu ve kısıtları aynı zamanda sağlayan seçeneklerin seçimi olarak tanımlanır.

3.7 Bulanık Çok Kriterli Karar Verme

Bulanık küme teorisinin kullanımına en uygun alanlardan biri karar analizidir. Genellikle çok kriterli karar problemleri içerdikleri karmaşık, değerleri sözel olabilen ancak çok iyi tanımlanamayan kriterler nedeniyle bulanık küme teorisi kullanılarak modellenmeye çok uygundur [37]. Son yıllarda bulanık kümelerin, çok kriterli karar verme sürecine dâhil edilmesiyle ÇKKV alanı genişletilmiş ve büyük bir gelişme kat edilmiştir. Böylelikle bulanık ÇKKV yöntemleri ortaya çıkmıştır.

Klasik ÇKKV yöntemlerinde, kriterlerin ağırlıklarının ve önem derecelerinin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Fakat kesin veriler gerçekte karşılaşılan problemleri modellemede yetersiz kalmaktadır. Bulanık ÇKKV yöntemleri ise kriterleri ve alternatifleri değerlendirmede dilsel değişkenleri kullanma olanağı sunmanın yanında, kesin olmayan verileri sayısallaştırarak etkin sonuçlar vermektedir.

Bir karar verme sürecinde temel problem, birbiri ile çelişen kriterlere göre değerlendirilen seçenekler kümesinden en iyi seçeneği belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak geliştirilmiş karar verme yöntemlerinin büyük bir bölümü sadece nicel kriterleri kapsamaktadır. Oysa gerçek hayatta karar verme süreci nicel ya da nitel kriterlerden önemli ölçüde etkilenmektedir. Klasik ÇKKV yöntemlerinde karar verme, alternatiflerin belirli bir kritere ilişkin değerlendirilmesi onların bu kriterlere ilişkin sahip olduğu gerçek sayılarla veya belirli bir olasılık değerine göre yapılır. Nicel olarak tanımlanan bu tür kriterlerden farklı olarak sadece sözel ifade edilebilen veya belirsizlik içeren, yani kesin olarak tanımlanamayan nitel kriterlerin söz konusu olduğu problemler de mevcuttur. Bu durumda alternatiflerin böyle kriterlere ilişkin aldığı değerler onların subjektif olarak değerlendirilmesi ile yapılır. Bunun için nitel kriterlerin önce bulanık kümelerle temsil edilmesi ve sonra alternatiflerin bu kümelere üyelik değerlerinin belirlenmesi ile belirsizlik ortamında karar vermeye imkân sağlanır.

3.8 Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Farklı durum ve ortamlarda, farklı alternatiflerin seçilmesi için karar verme, yönetim kademesinde bulunanların en önemli ve zor görevlerinden biridir. Günümüzün hızla değişen rekabetçi ortamı, bir işletmenin başarılı olması için, detaylı karar verme sürecine sahip olmasını gerektirir. Karar verme, sadece bilgiyi kullanarak değil, aynı zamanda gelişmiş karar verme tekniklerinin yardımıyla gerçekleştirilmelidir. Dolayısıyla doğru kararların alınması rekabetçi ortamda avantaj kazanmak için gereklidir. Ayrıca bu karar verme sürecine birden fazla amaç ve kriter de dâhil olmaktadır. Bu yüzden işletmelerin önemli kararlarını verirken, bütün kriterleri göz önünde bulunduran ÇKKV yöntemlerini kullanmaları yararlarına olacaktır. Ancak karşılaşılan problemin çözümünde kullanılan karar matrisindeki oranların sözel veya bulanık olduğu durumlarda, mevcut ÇKKV yöntemlerinin yetersiz kalmasından dolayı bulanık ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir. Bu tez kapsamında Bulanık AHS, Bulanık TOPSIS yöntemleri incelenecektir.

3.9 Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci, 1977-1978 yıllarında ilk olarak Thomas Lorie Saaty tarafından önerilmiştir.[38] $\tilde{a}_{ij}$ ikili karşılaştırma oranları $\forall i,j$ için reel sayılardır. Her bir ikili karşılaştırmalar matrisi öz vektör metodu kullanılarak çözülmüştür. Aynı zamanda sonuç ağırlıkları ve performans skorları da kesin reel sayılardır. Saaty'nin AHS metodu 1983 yılında Van Laarhoven ve Pedrycz tarafından bulanık sayılar kullanılarak genişletilmiştir. Van Laarhoven ve Pedrycz [40] alternatifler arasında yaptıkları mukayeselerde dilsel değişkenleri $\tilde{a}_{ij}$ şeklinde üçgensel bulanık sayılar kullanarak ifade etmişlerdir. Ayrıca karar vericilerin aynı alternatifler çifti üzerinde kendi oranlarını ayrı ayrı bildirme hakkını vermişlerdir. Bu durumda p_{ij} terimi karşılaştırma oranlarını bildiren kişilerin sayılarını belirtmek üzere ikili karşılaştırma oranları a_{ijk} 'lar ($k = 0,1, \dots, p_{ij}$ ile ifade edilmiştir. 1984-1985'te yaptığı çalışmalarda Buckley de Saaty'nin AHS metodunu karar vericilerin kendi tercihlerini kesin oranlar yerine bulanık oranlar ile ifade edebildikleri bir duruma genişletmiştir. Bu çalışmada bulanık oranlar yamuk bulanık sayılarla verilmiştir.

Tarihsel gelişim içerisinde pek çok kişi bulanık AHS üzerinde çalışmış ve kendi metodlarını ortaya koymuşlardır. Her metodun kendine has özelliklerinin olması yanında pek çok avantaj ve dezavantajı da içermektedir. Çizelge 3.4’de görüldüğü üzere bulanık AHS metodları önemli karakteristikleriyle ve avantaj, dezavantajlarıyla verilmiştir[38].

Çizelge 3.4 Bulanık AHS Metotlarının karşılaştırılması

Kaynak	Metodun Önemli Karakteristikleri	Avantaj (+) ve Dezavantajları (-)
Van Laarhoven ve Pedrycz(1983)	Saaty’nin AHS metodunun üçgen bulanık sayılar kullanılarak uygulanmasıdır.	+Birden fazla karar vericinin düşünceleri karşılıklı matrislerde modellenilebilir. -küçük bir problem için bile çok fazla matematiksel işlem gerektirir. -Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.
Buckley(1985)	- Saaty’nin AHS metodunun yamuk bulanık sayılar kullanılarak uygulanmasıdır. - Geometrik ortalama kullanarak bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını elde eder.	+bulanık duruma genişletmek kolaydır. +tek bir sonucu garanti eder. -Hesap gereksinimi çok fazladır.
Boender et al. (1989)	- Van Laarhoven ve Pedrycz’in metodunun biraz geliştirilmiştir. - Yerel önceliklerin normalizasyonu için daha sağlam bir yaklaşım sunar.	+Birden fazla karar vericinin düşünceleri modellenilebilir. -Hesap gereksinimi çok fazladır.
Chang(1996)	- Sentetik derece değerleri - Seviye basit sıralaması - Karma toplam sıralama	+Hesap gereksinimi daha azdır. +Klasik AHS’nin adımlarını izler. İlave işlem gerektirmez. -Sadece üçgen bulanık sayılar kullanılabilir.
Cheng(1996)	Bulanık standartlar oluşturur.	+Çok fazla hesap

Kaynak	Metodun Önemli Karakteristikleri	Avantaj (+) ve Dezavantajları (-)
	- Performans skorlarını üyelik fonksiyonları ile ifade eder. - Toplam ağırlıkları hesaplamak için entropi kavramlarını kullanır.	gerektirmez. -Olasılık dağılımı bilindiğinde entropi kullanılır. Metot hem olasılık hemde olabilirlik ölçülerine dayanır.

3.10 Buckley Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

Buckley 1985 yılında Saaty'nin AHS genişleterek $\tilde{a}_{ij}$ bulanık karşılaştırma oranları üzerinde çalışmıştır. Buckley, Laarhoven ve Pedrycz' in metodunu iki yönden eleştirmiştir. Bunlardan ilki Laarhoven ve Pedrycz'in metodunda yer alan lineer denklemlerin her zaman tek çözümünün olmaması, ikincisi de ağırlıkların bulunmasında üçgensel bulanık sayıların kullanılmasında ısrar etmeleridir. Bunun üzerine Buckley, bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını elde edebilmek için geometrik ortalama metodunu kullanmıştır. Bu metodun kullanılmasının nedeni bulanık durumlara kolayca genelleştirilebilmesi ve karşılaştırma matrislerinden tek çözüm elde edilmesini garantilemesidir. Ayrıca Buckley karar vericilerin karşılaştırma oranlarını gösterebilmek için üçgensel bulanık sayılar yerine yamuk (a, b, c, d) bulanık sayıları kullanmıştır.

Bu yöntemle ikili karşılaştırmalar yapmak için bulanık sayılar kullanılarak hiyerarşik analizler yapılır ve bulanık ağırlıklar kullanılır. Bu çalışma içerisinde kriterlerin ağırlıklarının buckley BAHS göre hesaplanması uygulama bölümünde yapılmıştır. Buckley metoduna göre şu adımlarla süreç uygulanır[39]:

1.Adım: Bu adımda hiyerarşi içerisinde bulunan kriterlerin ve elemanların ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. İki kriter arasındaki iki yönlü değerlendirmelerin gösterimi eşitlik 3.7'de verildiği gibidir:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ 1/\tilde{a}_{12} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\tilde{a}_{1n} & 1/\tilde{a}_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

İkili karşılaştırma matrislerinde bulunan değerler bir kriter değerine göre üstünlük gösteriyorsa a_{ij} şeklinde, ters yönlü bir ilişki var ise a_{ij}^{-1} şeklinde ifade edilir. Genel gösterim şekli ise eşitlik 3.8'deki gibidir:

$$\tilde{a}_{ij} = \begin{cases} \tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9} \\ 1, & i = j \\ \tilde{1}^{-1} \tilde{2}^{-1} \tilde{3}^{-1} \tilde{4}^{-1} \tilde{5}^{-1} \end{cases} \quad (3.8)$$

2.Adım: bu adımda ise bulanık üçgen sayıların kullanılmasıyla Buckley metoduna göre her kriterin w_i ağırlık vektörü hesaplaması eşitlik 3.9 ve eşitlik 3.10'da verildiği gibidir:

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad (3.9)$$

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (3.10)$$

3.Adım: Bulanık sayıların sıralanması; Her bir alternatif tarafından elde edilen yapay bulanık karar sonuçları bulanık sayıdır. Bu nedenler alternatiflerin karşılaştırılması için bulanık olmayan bir sıralama yöntemi kullanılmak zorundadır. Diğer bir deyişle durulaştırma işlemi bulanık olmayan en iyi performans değerini(BNP) tespit etmektir. Bu durulaştırılmış bulanık sıralama yöntemleri, maksimum ortalamaları (MOM), alanın merkezini (COA) ve kesitleri içerir. BNP metodu diğer iki metoda nazaran daha basit ve kullanışlı olduğundan genellikle tercih edilmektedir.

$$BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 + LR_i \quad \forall i \quad (3.11)$$

UR_i = i alternatifine ait üst performans değeri

LR_i = i alternatifine ait alt performans değeri

MR_i = i alternatifine ait orta performans değeri

Her bir alternatif için elde edilen BNP_i değerlerine göre alternatifler arasında sıralama yapılarak en doğru seçim yapılmış olacaktır.

TİP-2 BULANIK MANTIK

4.1 Tip-2 Bulanık Kümeler

Lotfi Zadeh tarafından ortaya atılan Tip-1 bulanık sistemleri belirsizlikleri belirli bir oranda ortadan kaldırmayı sağlamakta olup, çoğu noktada kısıtlı kaldığı görülmüştür. Bu kısıtlılıktan hareketle ortaya atılan genişletilmiş bulanık mantık olan Tip-2 bulanık kümeleri belirsizliği daha iyi modelleyebilmekte ve maksimum etkileri almaktadır. [40].

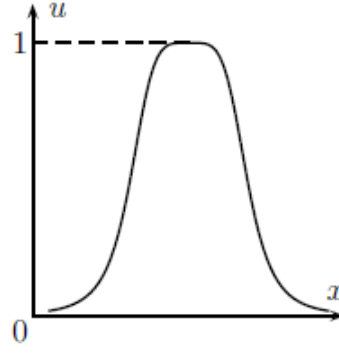
Tip-2 bulanık mantık kümeleri Tip-1 bulanık kümelere nazaran daha fazla parametre içerdiği için tasarım yapısı olarak Tip-1 kümelere nazaran çok daha kuvvetlidir. Bu durum Tip-2 kümelerin Tip-1 kümelere nazaran kullanılan uygulamalarda çok daha iyi bir performans sergileyebileceği anlamına gelmektedir. İki küme arasındaki bu durumun matematiksel olarak bir ispatı yapılamamış olsada kullanılan uygulamalarda çok daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir. Tip-2 bulanık sistemlerindeki sistem olasılık teorisinden yararlanılarak açıklanmaya çalışılmıştır. Olasılık teorisi rasgele belirsizlikleri modellemek için kullanılmaktadır. Olasılık teorisinde rasgele belirsizlikler hakkında tüm bilgileri içeren olasılık yoğunluk fonksiyonu çok önemlidir. Pek çok gerçek dünya probleminde olasılık yoğunluk fonksiyonunu hesaplamak ya da bilmek mümkün değildir. Olasılık yoğunluk fonksiyonlarının çoğu için sonsuz sayıda parametreye ihtiyaç duyulmaktadır ancak bu pratikte mümkün değildir. Sonsuz sayıda parametre hesaplamak yerine, veriden mümkün olan miktarda bilgi almamıza yetecek sayıda parametre hesaplama yoluna gidilmektedir. Tüm parametreleri ile tamamen karakterize edilen olasılık yoğunluk fonksiyonunu kullanmak yerine eğer olasılık

yoğunluk fonksiyonu Gaussian ise çok iyi bilinen ortalama ve varyans parametreleri kullanılarak tanımlanmaktadır. Ortalama ve varyans olmak üzere en az iki parametre, bazı durumlarda ise ikinci dereceden daha yüksek derecede (daha çok sayıda) parametre kullanılmaktadır[38]. Sadece 1. dereceden parametre kullanımı çok kullanışlı olmamaktadır. Çünkü rasgele belirsizlikler, ortalama dağılımını anlamaya ihtiyaç duymaktadır ki bu bilgi de varyans ile sağlanmaktadır. Dolayısıyla, rasgele belirsizliğin kabul edilen olasılıklı modellenmesi yüksek dereceli yöntemlere odaklanmaktadır. Bu yöntemler olasılık yoğunluk fonksiyonunun en az ilk iki parametresini kullanmaktadır. Bu durum ise tasarımların ortalama karesel hatanın minimize edilmesi esasına dayalı olmasının neden bu kadar popüler olduğunu göstermektedir [40].

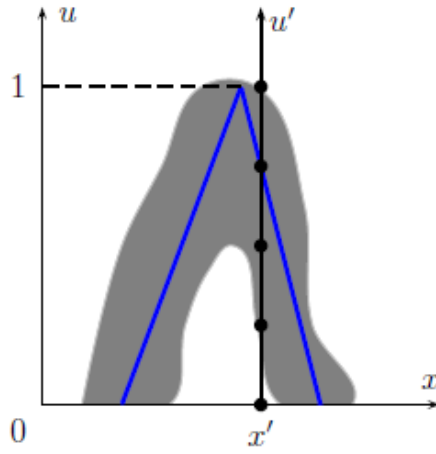
Tip-2 bulanık küme kavramı, ilk olarak klasik (Tip-1) bulanık kümelerin bir uzantısı olarak sunulmuştur. Tip-2 bulanık kümeler, bir bulanık küme için tam bir üyelik fonksiyonunun belirlenemediği durumlarda oldukça kullanışlıdır; dolayısıyla, bu kümeler, belirsizliklerin üstesinden gelmede çok etkindir. Ancak üçüncü boyutundan dolayı çizimin zorlaşması, hesaplamaların daha karmaşık olması gibi nedenlerden Tip-2 bulanık kümeleri anlamak Tip-1 bulanık kümeleri anlamaktan daha zordur. Bu zorluklara rağmen Tip-2 bulanık kümeler; tahmin (TSK/çelik bant sıcaklığı), kümeleme (bulanık c ortalamalar algoritması), kontrol (entegre geliştirme platformu, oransal kontrol, Buck DC-DC dönüştürücüler, robot futbol oyunları, sıvı seviyesi, otonom hareketli robotlar, doğrusal olmayan sistemlerin adaptif kontrolü), veri tabanları, karar verme, sağlık (klinik tanı, ayırıcı tanı), Hidden Markov modelleri (ses tanıma), model sınıflandırma, sinir ağları, kalite kontrol (ses hoparlörleri), kablosuz iletişim (kablosuz sensörler) vb. alanlarda uygulanmıştır[41].

4.2 Tip-2 Üyelik Fonksiyonları

Tip-2 bulanık kümeler Tip-2 üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Kullanılan üyelik fonksiyonlarının kendisi bulanıktır. Tip-1 bulanık kümelerde her elemana ait üyelik değeri $[0,1]$ Aralığında keskin sayılarla ifade edilirken, Tip-2 bulanık kümelerde ise $[0,1]$ Aralığındaki bulanık küme ile ifade edilir.



Şekil 4.1 Tip-1 genelleştirilmiş üyelik fonksiyonu



Şekil 4.2 Tip-2 üçgen üyelik fonksiyonu

Şekil 4.1' de Tip-1 genişletilmiş çan tipi üyelik fonksiyonu gösterilmektedir. Burada x değerine karşılık bir adet u değeri vardır. Tip-2 bulanık kümeleri karakterize etmek Tip-1 bulanık kümeleri karakterize etmek kadar kolay değildir. Tip-2 bulanık kümeler, Tip-1 bulanık kümelerin fazladan bir boyut eklenerek genişletilmiş halidir[42].

4.3 Tip-2 Bulanık Kümeler Üzerinde İşlemler

Genişleme İlkesi: Zadeh'in genişleme ilkesi Tip-2 bulanık kümeler üzerindeki birleşim, kesişim ve tümleyen hesaplamalarında kullanılır[43].

$A_1, A_2, \dots, A_r$ sırasıyla $X_1, X_2, \dots, X_r$ 'de Tip-1 bulanık kümeler ve $B = f(A_1, A_2, \dots, A_r)$ olsun. Zadeh'in genişleme ilkesine göre[43]:

$$\mu_B(y) = \begin{cases} \sup \min\{\mu_{A_1}(X_1), \dots, \mu_{A_r}(X_r)\} \\ (X_1, X_2, \dots, X_r) \in f^{-1}(y) \\ 0 \text{ if } f^{-1}(y) = \emptyset \end{cases}$$

$y = f(X_1, X_2, \dots, X_r)$ olduğundan noktalarının kümesini gösterir. Zadeh'in genişleme ilkeleri minimum t-norm ve maximum t-conorm'u kullanarak tanımlanmıştır. $f(A_1, A_2, \dots, A_r)$ 'yi bulmak için çarpma, toplama işlemleri kullanılmamaktadır. Bunun yerine doğrudan birleşim için maximum işlemi ve minimum içinde genel t-norm(*) kullanılır.

$$f(A_1, A_2, \dots, A_r) = \int \dots \int \mu_{A_1}(X_1) * \dots * \mu_{A_r}(X_r) / f(X_1, X_2, \dots, X_r)$$

Toplama işlemi: A ve B bulanık kümelerin toplamı[44]:

$$A = \int_{u \in U}^1 a(u)/u, \quad B = \int_{w \in W}^1 b(w)/w$$

$$A + B = \int_{u \in U}^1 \int_{w \in W}^1 [a(u) * b(w) / (u + w)]$$

*t-norm minimum veya çarpmayı gösterir.

Çarpma işlemi: A ve B kümelerinin çarpımı:

$$A \times B = \int_{u \in U}^1 \int_{w \in W}^1 [a(u) * b(w) / (u \times w)]$$

*t-norm minimum veya çarpmayı gösterir.

4.4 Tip-2 Bulanık Kümelere Dayanan TOPSIS Yöntemi

Tip-2 bulanık kümelere dayanan TOPSIS yöntemi Tip-2 bulanık kümelere bağlı olarak çok kriterli karar verme amacıyla klasik topsis metodunun genişletilmesidir. Burada x 'ler alternatifler olarak belirlenmiş $(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n)$ şeklinde ifade edilir. Ve aynı zamanda k adetde karar verici olduğu varsılır $(D_1, D_2, D_3, \dots, D_k)$.

Yöntemin temel adımları aşağıdaki gibidir[44]:

1.Adım: Karar vericiler tarafından Y_p karar matrisleri oluşturulur. Karar matrisleri oluşturulurken karar vericilerin değerlendirmesiyle elde edilir. Y_p karar matrisi için eşitlik 4.1'den yararlanılır:

$$Y_p = (\tilde{f}_{ij}^p)_{m \times n} = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{f}_{11}^p & \tilde{f}_{12}^p & \cdots & \tilde{f}_{1n}^p \\ \tilde{f}_{21}^p & \tilde{f}_{22}^p & \cdots & \tilde{f}_{2n}^p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{f}_{m1}^p & \tilde{f}_{m2}^p & \cdots & \tilde{f}_{mn}^p \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Bu genel yapı içerisindeki $\tilde{f}_{ij}$ ifadesini bulabilmek için eşitlik 4.2 kullanılır:

$$\tilde{f}_{ij} = \left(\frac{\tilde{f}_{ij}^1 \oplus \tilde{f}_{ij}^2 \oplus \cdots \oplus \tilde{f}_{ij}^k}{k} \right) \quad (4.2)$$

kullanılır. Burada $\tilde{f}_{ij}$ bulanık tip-2 kümelerini ifade ederken, $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$, $1 \leq p \leq k$ ve k sayısında karar vericilerin toplam sayısını ifade eder.

2.Adım: bu adımda ise belirli sayıdaki karar vericinin ağırlık matrisleri W_p oluşturulur. Formülasyon eşitlik 4.3'de gösterilmiştir. Ve son olarak bunlardan bir tane ortalama ağırlık matrisi $\bar{W}$ ortaya çıkmış olur.

$$W_p = (\tilde{w}_i^p)_{l \times m} = \begin{bmatrix} f_1 & f_2 & \cdots & f_m \\ \tilde{w}_1^p & \tilde{w}_2^p & \cdots & \tilde{w}_m^p \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

Bu denklem içerisindeki $\tilde{w}_i$ ifadesini bulabilmek için eşitlik 4.4 kullanılmıştır:

$$\tilde{w}_i = \left(\frac{\tilde{w}_i^1 \oplus \tilde{w}_i^2 \oplus \cdots \oplus \tilde{w}_i^k}{k} \right) \quad (4.4)$$

kullanılır. Burada $\tilde{w}_i$ ifadesi bulanık tip 2 küme setlerini ifade ederken, $1 \leq j \leq n$ ve $1 \leq p \leq k$ ve k sayısında karar vericilerin toplam sayısını ifade eder.

3.Adım: Bu adımda ise Ağırlıklandırılmış karar matrisi $\bar{Y}_w$ matrisi oluşturulur.

$$\bar{Y}_w = (\tilde{v}_{ij})_{m \times n} = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_n \\ \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \cdots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \cdots & \tilde{v}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{m2} & \cdots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix},$$

Bu matris içerisindeki $\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_{ij} \otimes \tilde{f}_{ij}$ denklemi kullanılarak bulunur. $1 \leq i \leq m$ Ve $1 \leq j \leq n$. Karar matrisi $\bar{Y}_w^*$ ifadesini bulabilmek için ise eşitlik 4.5 kullanılır:

$$\bar{Y}_w^* = \left(Rank(\tilde{v}_{ij}) \right)_{m \times n} \quad (4.5)$$

Buradan $Rank(\tilde{A}_i)$ değerin hesaplanması için eşitlik 4.6 kullanılır:

$$Rank(\tilde{A}_i) = M_1(\tilde{A}_i^U) + M_1(\tilde{A}_i^L) + M_2(\tilde{A}_i^U) + M_2(\tilde{A}_i^L) + M_3(\tilde{A}_i^U) + M_3(\tilde{A}_i^L) - \\ 1/4 (S_1(\tilde{A}_i^U) + S_1(\tilde{A}_i^L) + S_2(\tilde{A}_i^U) + S_2(\tilde{A}_i^L) + S_3(\tilde{A}_i^U) + S_3(\tilde{A}_i^L) + S_4(\tilde{A}_i^U) + S_4(\tilde{A}_i^L) + \\ H_1(\tilde{A}_i^U) + H_1(\tilde{A}_i^L) + H_2(\tilde{A}_i^U) + H_2(\tilde{A}_i^L)) \quad (4.6)$$

Burada bulunan ifadelerden $M_p(\tilde{A}_i^j)$ hesaplanması için eşitlik 4.7 kullanılır:

$$M_p(\tilde{A}_i^j) = \left((a_{ip}^j) + (a_{i(p+1)}^j) \right) / 2, \quad 1 \leq p \leq 3 \quad (4.7)$$

Ayrıca $S_q(\tilde{A}_i^j)$ ifadesinin hesaplanması için ise eşitlik 4.8 kullanılır:

$$S_q(\tilde{A}_i^j) = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{k=q}^{q+1} \left(a_{ik}^j - \frac{1}{2} \sum_{k=q}^{q+1} a_{ik}^j \right)^2}, \quad 1 \leq q \leq 3 \quad (4.8)$$

$S_4(\tilde{A}_i^j)$ Hesaplanması için ise eşitlik 4.9 kullanılır:

$$S_4(\tilde{A}_i^j) = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \left(a_{ik}^j - \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 a_{ik}^j \right)^2} \quad (4.9)$$

4.Adım: Bu adımda ise pozitif ideal çözümler ($X^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_m^+)$) ve negatif ideal çözümler bulunur ($X^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_m^-)$). Bunun için ise eşitlik 4.10 ve eşitlik 4.11 kullanılır:

$$V_i^+ = \begin{cases} \max\{Rank(\tilde{V}_{ij})\} & 1 \leq j \leq n \\ \min\{Rank(\tilde{V}_{ij})\} & 1 \leq j \leq n \end{cases} \quad (4.10)$$

$$V_i^- = \begin{cases} \min\{Rank(\tilde{V}_{ij})\} & 1 \leq j \leq n \\ \max\{Rank(\tilde{V}_{ij})\} & 1 \leq j \leq n \end{cases} \quad (4.11)$$

5.Adım: Bu adımda ise her alternafin pozitif ideal çözüme uzaklığı ile her alternatifin negatif ideal çözüme uzaklığı hesaplaması yapılır. Pozitif X^+ hesaplaması için eşitlik 4.12 kullanılır:

$$d^+(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Rank(\tilde{V}_{ij}) - V_i^+)^2} \quad (4.12)$$

Negatif X^- hesaplaması için ise eşitlik 4.13 kullanılır:

$$d^-(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Rank(\tilde{V}_{ij}) - V_i^-)^2} \quad (1 \leq j \leq n). \quad (4.13)$$

6.Adım: Pozitif bir idel çözüm hesaplanması için X_j değerlerinin ilişkili $C(X_j)$ değerinin hesaplanması yapılır. Bunun için eşitlik 4.14 kullanılır:

$$C(X_j) = \frac{d^-(X_j)}{d^+(X_j) + d^-(X_j)} \quad (4.14)$$

7.Adım: Bu adımda ise hesaplanan $C(X_j)$ değerlerinin büyükten küçüğe sıralaması yapılır. En büyük $C(X_j)$ değerine sahip X_j alternatifi en optimal çözüm olarak kabul edilir. ($1 \leq j \leq n$).

BÖLÜM 5

UYGULAMA

5.1 Uygulama Çalışmasının Yapıldığı Firma Hakkında Bilgiler

Uygulama için seçilen şirket 35 yıllık bir geçmişe sahip, bayan giyim sektöründe hizmet veren oldukça köklü bir firmadır. Kumaş satımı ile başladığı perakende sektöründe ilerleyen zaman içerisinde Türkiye genelinde 23 mağazası ile önemli bir pazar payına sahiptir.

Ciddi bir müşteri altyapısı olan firma birçok alt grupta müşterilerinin beklentilerini karşılama ihtiyacı ile her sene yeni tasarımlar yapmaktadır. Firma genel yapısı incelenip 2010 yılı temel alındığında % 28’lik bir gelişim göstermiştir. Hedeflerini sürekli yukarıda tutan firmada alt gruplar gelişimi için ayrı çalışmalar yapılmakta ve aylık raporlamalarla sürekli takip altında tutulmaktadır. Firma %70 ürün ihtiyacını kendi tasarım ekibi ve üretim hattıyla karşılamakta olup geri kalan kısım için ise fason üretim yaptırmakta ve farklı üretici firmalardan ürün alımı yapmaktadır. Uzun vade de temel hedeflerinden biri ürün ihtiyacını tamamen kendisinin karşılayacağı bir üretim sistemine sahip olmaktır.

Firma içerisinde belli dönemlerde iyileştirme çalışmaları yapılmakta ve satışının yavaş olduğu alt gruplarda farklı satış stratejileri belirlenmektedir. Temel amacı mağazalarına gelen müşterilerine karşı yok satış yaşamamak ve her kesimden insana hitap edebilmektir. Firma ayrıca birçok yabancı markanın da Türkiye’de lisansörlüğünü yapmaktadır.

5.2 Pazarlama Stratejisi Seçimi Problemi

Pazarlama, insanların temel ihtiyaçlarının yanı sıra kişisel taleplerini de karşılamaya yönelik bir mübadele işlemidir. Strateji ise var olan bir şeyi tekrardan ortaya koymak yerine, farklı olanı bulmak ve sunmaktır. Bu tezin uygulama kısmında ele alınan firmanın faaliyet gösterdiği sektör perakende sektörü, pazarlama stratejileri açısından oldukça mühim bir konumdadır. Bu nedenden dolayı bu çalışmada uygulama konusu şirketin en önemli satış alt gruplarından biri için pazarlama stratejisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Firmalar yapmış oldukları Pazar araştırmaları sonucunda müşteri beklentiler ve çevre faktörlerini dikkate aldıktan sonra, bu şartlar çerçevesinde kendi sahip olduğu imkânlarla talebe en uygun ve verimli ürünleri pazara sunmaktır. Bu noktada firmaların izleyeceği pazarlama stratejisi önemli bir değer kazanır. İzlenecek strateji ile hedeflerini gerçekleştirme ya da gerçekleştirilmeme ihtimali ile karşı karşıya kalmış olur.

Günümüz rekabetinin oldukça üst düzeylere çıktığı bu sektörde bu stratejilerin belirlenmesi ve uygulanması oldukça önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu çalışmada firma yapısına en uygun strateji seçilen alt grup için birçok kriterde değerlendirilmiştir.

Ele alınan alt grup hem satış miktarı olarak hem de firmaya sağlamış olduğu gelir açısından çok önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada pardösü alanında uygulanması için farklı pazarlama stratejileri arasından en uygunu seçilmeye çalışılmıştır. Pardösü yıllık cirolar esas alındığında cironun %34 gibi çok önemli bir kısmını oluşturmakta olup, sahip olduğu müşteri alt yapısı için de çok fazla talep gören bir konumdadır.

Ana kriter ve alt kriterlerin belirlenmesi konusunda hem Tip-2 bulanık küme mantığına dayanan TOPSIS metodunda hem de Buckley BAHS işlemleri esnasında 3 karar vericinin fikirleri çalışma için esas alınmıştır. Burada seçim yapanlardan ilk kişi firma sahibi ve genel müdürüdür. Konuyla ilgili olarak gerek dış alım alma süreçlerinde gerekse de ürünlerin maliyetlerinin bulunuş toplantılarına direk olarak katılmaktadır. Diğer kişi ise firmanın genel koordinatörüdür. Mağazaların tüm sorumluluğu ve ürünlerin akışlarıyla ilgili olarak tüm sorumluluk kendisindedir. Ayrıca kategori bazlı olarak ürün karlılığı belirleme ve geliştirme gibi sorumlulukları vardır. Üçüncü kişi ise firmada ürün

yöneticisi olarak çalışan firmanın verimlilik, karlılık, maliyet raporlarını çıkaran, yorumlayan ve gerekli iyileştirmelerin yapılması için tüm kararları eyleme döken kişidir. Bu alanında uzman üç kişi tarafından yapılan değerlendirmeler ışığında çalışma şekillendirilmiştir.

5.3 Pazarlama Stratejisi Probleminde Kullanılan Kriterler

Alternatif pazarlama stratejisi seçimi probleminde ele alınan firmada pardösü alanında bir çalışma yapılmış olup, en doğru seçimin belirlenmesine çalışılmıştır. Bunun için 4 ana kriter belirlenmiş ve bu 4 ana kritere bağlı alt kriterler oluşturulmuştur. Bu noktada kriterlerin seçimi esnasında direk olarak müşteri ve firma bazlı olarak düşünülerek en doğru ürün nasıl olur mantığıyla hareket edilmiştir. Perakende sektöründeki temel noktalardan biri olan doğru ürün doğru zamanda doğru insana servis mantığıyla kriterlerin seçimi yapılmıştır. Kriterlerin seçimi konusunda anketlerin değerlendirilmesi ve kriterlerin yapılması noktasında yardımcı olan firma genel müdürü, genel koordinatörü ve ürün yöneticisinin fikirlerinden yararlanılmıştır.

Maliyet: Maliyet bu çalışma içerisindeki bizim en önemli ana kriterlerimizden biridir. Firma olarak belli giderlerin karşılanması, ana satış fiyatı, karlılık ve daha birçok fiyat kaleminin şekillenmesi maliyetin etkisiyle gerçekleşir. Maliyetler düştükçe bir ürünün satış fiyatını oluşturan mark up artmış olacaktır. (mark up: bir ürünün satış fiyatının maliyete bölünmesiyle elde edilen orandır.) Maliyet ana kriteri bu çalışma içerisinde işçilik maliyeti, satılan malın maliyeti, yok satış maliyeti olarak 3 alt kritere ayrılmıştır.

İşçilik maliyeti: İşçilik maliyeti bir ürünün maliyet fiyatı oluşturulurken o fiyata yansıtılan birim işçilik ücretidir. Firmalar kendi üretimlerini karşılayacak kadar büyük olanaklara sahip olmadıkları zaman fason üretim kullanmak zorunda kalırlar. Doğal olarak bu işçilik maliyetlerinin yükselmesine neden olur. İşçilik maliyetleri, çalışan işçinin aldığı brüt kar üzerinden hesaplanmasıyla, bu rakamın çalışılan birim saat üzerinden değeri ile ölçülür.

Satılan malın maliyeti: Satılan malın maliyeti ana maliyet kalemine genel ve kontrol edilebilir giderlerin yansıtılmamasıyla oluşur. Bu kalem yıllarca veri tabanı üzerinden takip edilerek firma sahibine önemli bilgiler sağlar. Hangi kalemlerde iyileştirme

yapması gerektiğini, hangi üretim metodu ile çalışması gerektiği kararına satılan malın maliyeti ile karar verir.

Yok satma maliyeti: Belki de diğer üç ana maliyet unsuruna nazaran hesaplanması en zor olan kalemdir. Mağazalara giden ürünler belli bir satış periyodundan sonra kırılımlara başlar ve müşteri ihtiyacına cevap veremeyecek konuma gelir. Sonuç olarak ta bu cevap verememe şirkete bir yok satış maliyeti-satış kaçırma- olarak geri döner. Yok satış miktarının belirlenmesi için çeşitli algoritmalar kullanılmakta olup, bu miktarlara göre birim satış fiyatı üzerinden bir yok satma maliyeti hesaplanması yapılır.

Karlılık: Bir firmanın başarı kriteri olarak kıyas aldığı en önemli kalem karlılıktır. Yapılan bütün çalışmalar ve iyileştirmeler karlılık seviyesini ve oranını en üst düzeyde sağlamaktır. Bu çalışma için ana kriterlerden olan karlılık 2 alt kriteri de bulunmaktadır. Bunlardan ilki ürün karlılığı diğeri ise rafların karlılığı verimliliğidir.

Ürün karlılığı: Ürünlerin en önemli başarı ölçütlerinden biride ürün karlılığıdır. Ürün karlılığı, ürün yaşam döngüsünün en önemli belirleyicilerinden olup birçok kararın alınmasında önemli rol oynar. Bu kararlardan biri indirimdir. Karlı bir ürün daha az indirimle girerek daha çok adet satar. Ayrıca ürünün bir sonraki sezonda devam etmesi yada daha fazla ürün üretilmesi ürün karlılığıyla paralel olarak alınan kararlardır.

Rafların karlılığı ve verimliliği: Rafların karlılığı ve verimliliği mağaza içerisinde yapılan ürünleri kategorize ederek mağazanın en değerli noktalarını tespit etmektir. Bu noktalar özellikle firmanın stratejileri doğrultusunda değerlendirmeye alınır. Mağazaların en karlı olarak belirlenen noktaları birçok ürünün satışında direk önemli bir rol oynar ve haftalık yapılan düzenlemelerle sürekli geliştirilir.

Müşteri memnuniyeti: Perakende sektöründeki üründen sonra gelen en temel unsur müşteridir. Bir ürün ve satış politikası müşterilerden gelen geri beslemeler ile şekillenir. Bu çalışma içerisinde ana kriterlerden olan müşteri memnuniyeti farklı gruplara hitap etme, ürün kalitesi, satış sonrası hizmet, müşteri talebini karşılama olarak 4 alt kriterde değerlendirilmiştir.

Farklı gruplara hitap etme: Perakende sektöründe hizmet veren bir firmanın önemli hedeflerinden biri mağazalarına giriş yapan farklı tarzlara sahip müşterilere satış yapabilmektir. Bunun gerçekleştirme adına farklı tasarım ekipleri ile değişik tarzlara ve

müşterilere hitap edilebilir. Firma böylece daha büyük bir hedef kitlesiyle yurt dışında satış ve pazarlamam imkânı da elde etmiş olacaktır.

Ürün kalitesi: Kalite bir ürün için vazgeçilmez bir unsur olup, son yıllarda müşteriler tarafından en çok dikkat edilen nokta haline gelmiştir. Kaliteli ürünleri doğru fiyatlarla buluşturarak firma hedefi gerçekleşmiş olacaktır. Ürün kalitesini belirlemek için firmalarda iade ürünlerini inceleme birimleri oluşturularak iade nedenleri tek tek incelenir. İade nedenlerinin belirlenmesinden sonra üretim hattıyla toplantılar yapılarak gelen eleştirilere önlemler alınmaya çalışılır.

Satış sonrası hizmet: Firmalar gittikçe daralan pazardan pay alabilmek adına sadece satış anını ve öncesinin yanı sıra artık satış sonrası için de hizmet vermeye başlamıştır. Satış sonrası hizmetlerin en önemlisi satılan ürünle ilgili gelen her türlü istek ve dileği yerine getirmektir. Eğer üründen kaynaklanan bir sorun varsa 5 iş günü içerisinde ürünle ilgili sorunlar giderilir veya ürünün yenisi müşteriye sunulur. İadenin yanı sıra belirli bir zarfı içerisinde müşterilere ürün değişimi yapma imkânı da sunulur.

Müşteri talebini karşılama: Bir firma tasarım ekibi ile sezon üzerine tüm çalışmalarını müşteri talepleri üzerine şekillendirir. Firma olarak müşteri talebi ne kadar üst düzeyde sağlanırsa o kadar başarı sağlanmış olunur. Satın alma uzmanları tarafından yapılan piyasa analizleriyle müşteri talepleri ölçülür ve ürün konusunda firmaya takviye yapılır.

Marka değeri: Firmalar yapmış oldukları gerek ürünlerle gerekse satış politikaları ile Pazar payında kendilerine bir yer edinilirler ve firmalarına bir marka değeri kazandırmış olurlar. Bu çalışma içerisinde ana kriterlerden biri olarak ele alınan marka değeri Pazar payına hâkimiyet ve müşteri istek ve şikâyetleri olarak ta iki alt kritere sahiptir.

Pazar payına hakimiyet: Firma olarak başarı kıstası olarak göz önüne alınan kriter pazar payına hakimiyettir. Firmalar perakende sektöründe hangi alanda hizmet veriyorsa rekabet şartlarıyla baş etmeye çalışırlar. Yıllık yapılan Pazar payı raporlarında firma durumu seyredilir e gerekirse önlemler alınmaya çalışılır. Pazar payı için reklam çalışmaları, etkin sloganlar, Müşterilerin yoğun olduğu lokasyonlarda mağaza açılması yapılacak çalışmalardan bazıları olarak sayılabilir.

Müşteri istek ve şikâyetleri: Müşterilerin ürün olarak isteklerini ve şikâyetleri için gerekli önlemlerin alınmasının yanında firmanın marka değerine yönelik şikâyet ve

isteklerini de dikkate alması gerekir. Örnek olarak müşterilerin firmada çalışan satış temsilcileri için olumsuz düşünceler için firmalar çalışanlarına gerekli eğitimleri aldırarak iyileştirmeler yapar.

Çizelge 5.1 Alternatif Pazarlama Stratejisi Seçimi Problemi için Genel yapı

Ana Kriterler	Alt Kriterler
MALİYET (C1)	İşçilik Maliyeti (C11)
	Satılan Malın Maliyeti (C12)
	Yok Satış Maliyeti (C13)
KARLILIK (C2)	Ürün Karı (C21)
	Rafların Karlılığı ve Verimliliği (C22)
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ (C3)	Farklı Gruplara Hitap Etme (C31)
	Ürün Kalitesi (C32)
	Satış Sonrası Hizmet (C33)
	Müşterini Talebini Karşılama (C34)
MARKA DEĞERİ (C4)	Pazar Payına Hâkimiyet (C41)
	Müşteri şikâyet ve talepleri (C42)

Bu çalışma içerisinde firmanın en önemli satış kalemlerinden olan pardösü modeli için yeni bir strateji belirlenmek istenmiş ve bunun sonucunda 3 adet alternatif bir pazarlama stratejisi belirlenmiştir. Bunlardan ilki satış fiyatı daha fazla olan model sayısı kısıtlı pazarlama stratejisi (S_1), ikincisi daha ucuz satış fiyatlı ama daha çeşitli model sayısı yaparak (S_2), üçüncü strateji olarak model sayısı çalışması yaparak ortalama fiyat politikası gözeterek. (S_3).

1.Strateji: Bu strateji firma yapısı olarak daha fazla kalite ağırlık verilerek, ekonomik gösterge çizelgesi olarak daha üst grup müşteriler baz alınarak uygulanır. Bu tarz ürünlerde ürünlerin satmama tehlikesi göz önüne alınarak ilk kesim adetleri daha az verilerek planlama yapılır. Bu nedenle eski senelerde ya da piyasa araştırmalarından

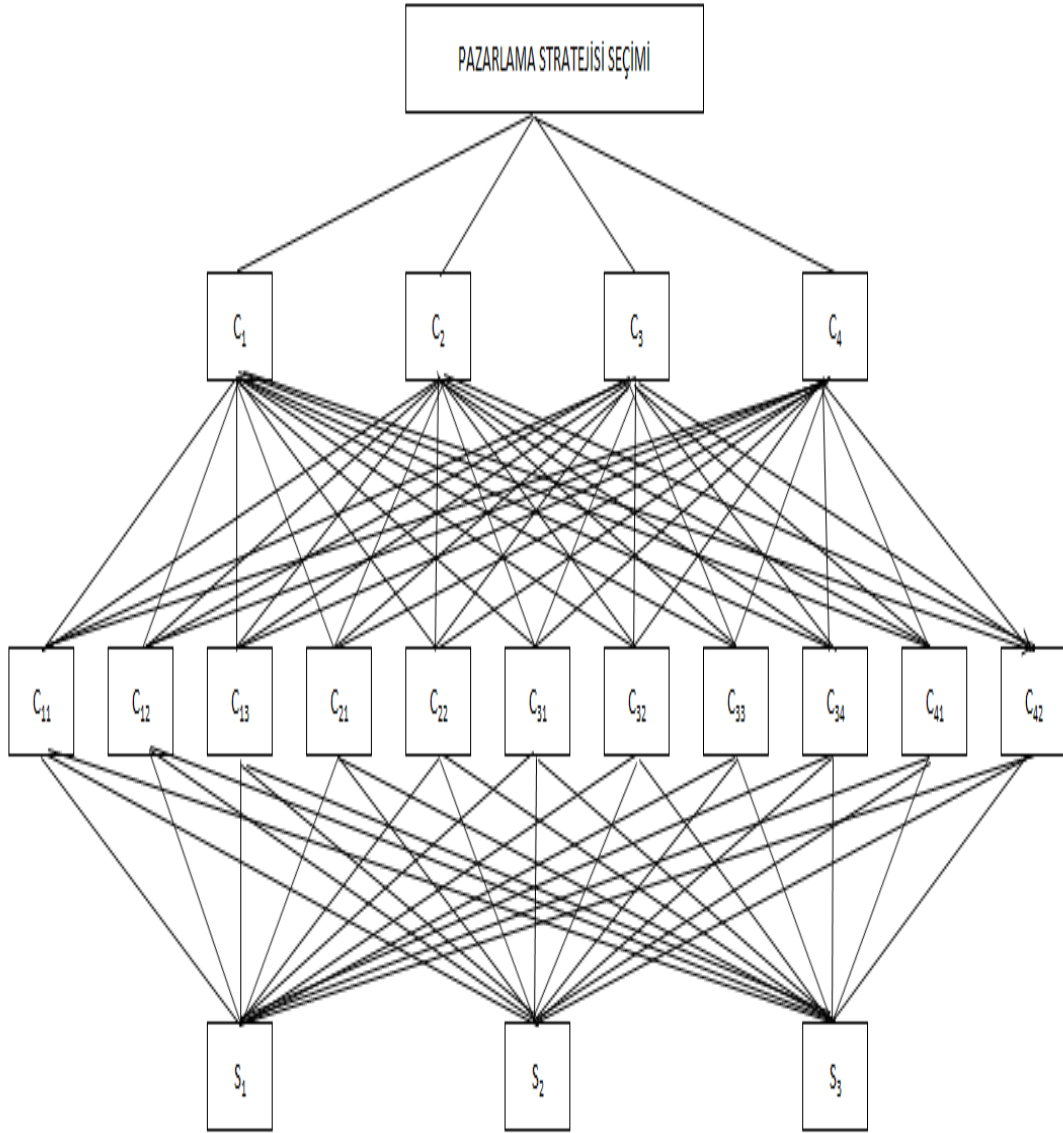
elde edilen verilere göre üretim emirleri verilir. Müşteri memnuniyetini en üst düzeyde hedefleyen bir strateji olup mağazalara ciddi ciro katkısı yapmaktadır.

2.Strateji: Bu stratejide ilkin nazaran üretim emirleri verilen ürünler satış fiyatları olarak hem piyasanın altında olan modellere verilir hem de müşteriye sunma noktasında daha fazla çeşit elde edilmiş olunur. Bu strateji içerisinde çok fazla kaliteli kumaş kullanma ve fason üretiminde pahalı üretme söz konusu değildir. Tasarım ekipleri bu strateji ile çalışacağı zaman her üreteceği modele belli bir kota koyarak maliyetlerini kontrol altında tutmaya çalışırlar.

3.Strateji: Bu strateji öncesinde iyi bir bütçe planlaması çalışması yapılması gerekmektedir. Bu çalışma için üst yönetim ile yapılan toplantıda pardösü kategorisi için hedeflenen satış ciro rakamı belirlenir. Bu rakam paralelinde yapılan çalışmalar ile model sayısı çalışması yapılır. Bu çalışma ile hem müşterileri görsel olarak doyurmak hemde ortalama fiyatlarla hareket etmek temel alınır.

5.3.1 Alternatif Pazarlama Stratejisi Hiyerarşisi

Bu çalışma içerisinde de kullanılan genel stratejiler, ana ve alt kriterler birbirlerinden bağımsız olmamakla beraber, sürekli etkileşim halinde olan karar vermeyi zorlaştıran etkenlerdir. Bu çalışma içerisinde temel olarak karar verilmesi istenen nokta seçilen alt grup için en optimum pazarlama stratejisini seçebilmektir. Bu noktada temel problem ilk olarak 4 ana kriter bağlamında ele alınmış ve hiyerarşi Şekil 5.1’ de gösterilmiştir. Alt kriterlerle problemi daha çok parametreden inceleme imkânı sunan bu hiyerarşik yapı sayesinde çalışmanın gidişatı net olarak görülebilmektedir.



Şekil 5.1 Alternatif Pazarlama Stratejisi Belirlenmesi Hiyerarşik Yapısı

5.4 Alternatif pazarlama Stratejileri Seçimi Probleminin Tip 2 Bulanık Mantığa Dayanan Topsis ile Çözümü

Alternatif pazarlama stratejisi seçimi probleminde ilk olarak problemimizi tip-2 bulanık mantığa dayanan topsis yöntemi ile çözümünü gerçekleştirdik. 3 alternatifimiz bulunmakta ve 3 karar vericimiz bu alternatifleri değerlendirmesi aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

İlk olarak karar vericiler kriterlerin değerlendirmesini yaptıktan sonra alternatifleri göz önüne alarak bu kriterlerin değerlendirilmesi aşamasına geçmiştir. Çalışma içerisinde kullanılan dilsel ifadelerin karşılıkları çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Tip-2 bulanık mantığa dayanan TOPSIS yöntemi dilsel ifadeler ve bulanık karşılıkları

Dilsel İfadeler	Bulanık karşılıkları
Çok Düşük (ÇD)	$((0,0,0,1; 1,1), (0,0,0,1; 1,1))$
Düşük (D)	$((0,1,1,3; 1,1), (0,1,1,3; 1,1))$
Orta Düşük (OD)	$((1,3,3,5; 1,1), (1,3,3,5; 1,1))$
Orta (O)	$((3,5,5,7; 1,1), (3,5,5,7; 1,1))$
Orta Yüksek (OY)	$((5,7,9,9; 1,1), (5,7,7,9; 1,1))$
Yüksek (Y)	$((7,9,9,10; 1,1), (7,9,9,10; 1,1))$
Çok Yüksek(ÇY)	$((9,10,10,10; 1,1), (9,10,10,10; 1,1))$

1.Adım: İlk olarak karar vericilerin her alternatifimiz için kriterleri değerlendirdiği çizelge 5.3 dikkate alınarak X_1, X_2, X_3 alternatiflerinin Y_1, Y_2 ve Y_3 karar matrisleri elde edilir.

Çizelge 5.3 Alternatiflerin Kriterler Bazında Değerlendirilmesi

Alternatiflerin Değerlendirilmesi				
Kriterler	Alternatifler	D ₁	D ₂	D ₃
İşçilik Maliyeti	S ₁	OY	Y	OY
	S ₂	Y	Y	OY
	S ₃	CY	Y	O
Satılan Malın Maliyeti	S ₁	Y	OY	O
	S ₂	CY	CY	CY
	S ₃	OY	Y	CY
Yok Satış Maliyeti	S ₁	O	Y	Y
	S ₂	CY	CY	Y
	S ₃	Y	OY	CY
Ürün Karı	S ₁	CY	Y	CY
	S ₂	CY	CY	CY
	S ₃	Y	CY	OY

Rafların Karlılığı ve Verimliliği	S_1	O	O	O
	S_2	CY	OY	Y
	S_3	Y	Y	OY
Farklı Gruplara Hitap Etme	S_1	OY	Y	OY
	S_2	Y	Y	OY
	S_3	CY	Y	O
Ürün Kalitesi	S_1	Y	OY	O
	S_2	CY	CY	CY
	S_3	OY	Y	CY
Satış Sonrası Hizmet	S_1	O	Y	Y
	S_2	CY	CY	Y
	S_3	Y	OY	CY
Müşterini Talebini Karşılama	S_1	CY	Y	CY
	S_2	CY	CY	CY
	S_3	Y	CY	OY
Pazar Payına Hâkimiyet	S_1	O	O	O
	S_2	CY	OY	Y
	S_3	Y	Y	OY
Müşteri şikâyet ve talepleri	S_1	OY	Y	OY
	S_2	Y	Y	OY
	S_3	CY	Y	O

Karar vericilerden elde edilen değerlendirmeler sonucunda karar matrisleri bulabilmek için $\tilde{f}_{ij}$ değerleri bulunur. Bulunan değerler çizelge 5.4’de verilmiştir:

Çizelge 5.4 Karar vericilerden elde edilen $\tilde{f}_{ij}$ değerleri

$\tilde{f}_{11}^p$	(0.57;0.77;0.77;0.93;1;1),(0.57;0.77;0.77;0.93;1;1)
$\tilde{f}_{12}^p$	(0.27;0.43;0.43;0.63;1;1),(0.27;0.43;0.43;0.63;1;1)
$\tilde{f}_{13}^p$	(0.43;0.63;0.63;0.83;1;1),(0.43;0.63;0.63;0.83;1;1)
$\tilde{f}_{21}^p$	(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1),(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{22}^p$	(0.63;0.8;0.8;0.9;1;1),(0.63;0.8;0.8;0.9;1;1)
$\tilde{f}_{23}^p$	(0.37;0.57;0.57;0.77;1;1),(0.37;0.57;0.57;0.77;1;1)
$\tilde{f}_{31}^p$	(0.2;0.37;0.37;0.57;1;1),(0.2;0.37;0.37;0.57;1;1)
$\tilde{f}_{32}^p$	(0.83;0.97;0.97;1;1;1),(0.83;0.97;0.97;1;1;1)
$\tilde{f}_{33}^p$	(0.83;0.97;0.97;1;1;1),(0.83;0.97;0.97;1;1;1)

$\tilde{f}_{41}^p$	(0.83;0.97;0.97;1;1;1),(0.83;0.97;0.97;1;1;1)
$\tilde{f}_{42}^p$	(0.9;1;1;1;1;1),(0.9;1;1;1;1;1)
$\tilde{f}_{43}^p$	(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1),(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{51}^p$	(0.3;0.5;0.5;0.7;1;1),(0.3;0.5;0.5;0.7;1;1)
$\tilde{f}_{52}^p$	(0.43;0.63;0.63;0.8;1;1),(0.43;0.63;0.63;0.8;1;1)
$\tilde{f}_{53}^p$	(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1),(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{61}^p$	(0.2;0.37;0.37;0.57;1;1),(0.2;0.37;0.37;0.57;1;1)
$\tilde{f}_{62}^p$	(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1),(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{63}^p$	(0.63;0.8;0.8;0.9;1;1),(0.63;0.8;0.8;0.9;1;1)
$\tilde{f}_{71}^p$	(0.77;0.9;0.9;0.97;1;1),(0.77;0.9;0.9;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{72}^p$	(0.07;0.23;0.23;0.43;1;1),(0.07;0.23;0.23;0.43;1;1)
$\tilde{f}_{73}^p$	(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1),(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{81}^p$	(0.77;0.93;0.93;1;1;1),(0.77;0.93;0.93;1;1;1)
$\tilde{f}_{82}^p$	(0.83;0.97;0.97;1;1;1),(0.83;0.97;0.97;1;1;1)
$\tilde{f}_{83}^p$	(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1),(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{91}^p$	(0.2;0.33;0.33;0.5;1;1),(0.2;0.33;0.33;0.5;1;1)
$\tilde{f}_{92}^p$	(0.9;1;1;1;1;1),(0.9;1;1;1;1;1)
$\tilde{f}_{93}^p$	(0.5;0.7;0.7;0.87;1;1),(0.5;0.7;0.7;0.87;1;1)
$\tilde{f}_{101}^p$	(0.43;0.63;0.63;0.8;1;1),(0.43;0.63;0.63;0.8;1;1)
$\tilde{f}_{102}^p$	(0.83;0.97;0.97;1;1;1),(0.83;0.97;0.97;1;1;1)
$\tilde{f}_{103}^p$	(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1),(0.63;0.83;0.83;0.97;1;1)
$\tilde{f}_{111}^p$	(0.77;0.93;0.93;1;1;1),(0.77;0.93;0.93;1;1;1)
$\tilde{f}_{112}^p$	(0.43;0.63;0.63;0.83;1;1),(0.43;0.63;0.63;0.83;1;1)
$\tilde{f}_{113}^p$	(0.5;0.7;0.7;0.87;1;1),(0.5;0.7;0.7;0.87;1;1)

2.Adım: Bu adımda ise çizelge 5.5'deki değerlendirmeler göz önüne alınır ve $W_1, W_2, \dots, W_n$ ağırlıkları elde edilmiş olunur.

Çizelge 5.5 Ana Kriterlerin Değerlendirilmesi

Kriterlerin Ağırlıkları				
Karar Vericiler				
Ana Kriterler	Alt Kriterler	D1	D2	D3
MALİYET	İşçilik Maliyeti	Y	ÇY	OY
	Satılan Malın Maliyeti	O	OY	Y
	Yok Satış Maliyeti	ÇY	Y	Y
KARLILIK	Ürün Karı	ÇY	ÇY	ÇY
	Rafların Karlılığı ve Verimliliği	O	OY	OY
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ	Farklı Gruplara Hitap Etme	Y	ÇY	OY
	Ürün Kalitesi	ÇY	ÇY	ÇY
	Satış Sonrası Hizmet	OD	OD	OY
	Müşterini Talebini Karşılama	Y	ÇY	ÇY
MARKA DEĞERİ	Pazar Payına Hakimiyet	O	OY	O
	Müşteri şikayet ve talepleri	D	O	OY

Elde edilen $\tilde{w}_i^p$ değerleri çizelge 5.6'da verilmiştir:

Çizelge 5.6 $\tilde{w}_i^p$ değerleri

$\tilde{w}_1^p$	(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1),(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1)
$\tilde{w}_2^p$	(0.5;0.7;0.7;0.87;1;1),(0.5;0.7;0.7;0.87;1;1)
$\tilde{w}_3^p$	(0.77;0.93;0.93;1;1;1),(0.77;0.93;0.93;1;1;1)
$\tilde{w}_4^p$	(0.9;1;1;1;1;1),(0.9;1;1;1;1;1)
$\tilde{w}_5^p$	(0.43;0.63;0.63;0.83;1;1),(0.43;0.63;0.63;0.83;1;1)
$\tilde{w}_6^p$	(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1),(0.7;0.87;0.87;0.97;1;1)
$\tilde{w}_7^p$	(0.9;1;1;1;1;1),(0.9;1;1;1;1;1)
$\tilde{w}_8^p$	(0.23;0.43;0.43;0.63;1;1),(0.23;0.43;0.43;0.63;1;1)
$\tilde{w}_9^p$	(0.83;0.97;0.97;1;1;1),(0.83;0.97;0.97;1;1;1)
$\tilde{w}_{10}^p$	(0.37;0.57;0.57;0.77;1;1),(0.37;0.57;0.57;0.77;1;1)
$\tilde{w}_{11}^p$	(0.27;0.43;0.43;0.63;1;1),(0.27;0.43;0.43;0.63;1;1)

3.Adım: tüm alternatiflere bağıli kriterlerin matrisleri oluşturulur ve ağırlık değerlerinin hesaplamaları yapılır.

Bu yapıya bağıli olarak $\tilde{V}_{11}, \tilde{V}_{12}, \tilde{V}_{13}.....\tilde{V}_{113}$ Değerlerinin hesaplamaları yapılmış olunur. Değerler izelge 5.7’de verilmiştir.

izelge 5.7 $\tilde{v}_{ij}$ değerleri

$\tilde{v}_{11}$	(0.4;0.66;0.66;0.9;1;1),(0.4;0.66;0.66;0.9;1;1)
$\tilde{v}_{12}$	(0.19;0.38;0.38;0.61;1;1),(0.19;0.38;0.38;0.61;1;1)
$\tilde{v}_{13}$	(0.3;0.55;0.55;0.81;1;1),(0.3;0.55;0.55;0.81;1;1)
$\tilde{v}_{21}$	(0.32;0.58;0.58;0.84;1;1),(0.32;0.58;0.58;0.84;1;1)
$\tilde{v}_{22}$	(0.32;0.56;0.56;0.78;1;1),(0.32;0.56;0.56;0.78;1;1)
$\tilde{v}_{23}$	(0.18;0.4;0.4;0.66;1;1),(0.18;0.4;0.4;0.66;1;1)
$\tilde{v}_{31}$	(0.15;0.34;0.34;0.57;1;1),(0.15;0.34;0.34;0.57;1;1)
$\tilde{v}_{32}$	(0.64;0.9;0.9;1;1;1),(0.64;0.9;0.9;1;1;1)
$\tilde{v}_{33}$	(0.64;0.9;0.9;1;1;1),(0.64;0.9;0.9;1;1;1)
$\tilde{v}_{41}$	(0.75;0.97;0.97;1;1;1),(0.75;0.97;0.97;1;1;1)
$\tilde{v}_{42}$	(0.81;1;1;1;1;1),(0.81;1;1;1;1;1)
$\tilde{v}_{43}$	(0.63;0.87;0.87;0.97;1;1),(0.63;0.87;0.87;0.97;1;1)
$\tilde{v}_{51}$	(0.13;0.32;0.32;0.58;1;1),(0.13;0.32;0.32;0.58;1;1)
$\tilde{v}_{52}$	(0.19;0.4;0.4;0.67;1;1),(0.19;0.4;0.4;0.67;1;1)
$\tilde{v}_{53}$	(0.27;0.53;0.53;0.81;1;1),(0.27;0.53;0.53;0.81;1;1)
$\tilde{v}_{61}$	(0.14;0.32;0.32;0.55;1;1),(0.14;0.32;0.32;0.55;1;1)
$\tilde{v}_{62}$	(0.49;0.75;0.75;0.93;1;1),(0.49;0.75;0.75;0.93;1;1)
$\tilde{v}_{63}$	(0.44;0.69;0.69;0.87;1;1),(0.44;0.69;0.69;0.87;1;1)
$\tilde{v}_{71}$	(0.69;0.9;0.9;0.97;1;1),(0.69;0.9;0.9;0.97;1;1)

$\tilde{v}_{72}$	(0.06;0.23;0.23;0.43;1;1),(0.06;0.23;0.23;0.43;1;1)
$\tilde{v}_{73}$	(0.57;0.83;0.83;0.97;1;1),(0.57;0.83;0.83;0.97;1;1)
$\tilde{v}_{81}$	(0.18;0.4;0.4;0.63;1;1),(0.18;0.4;0.4;0.63;1;1)
$\tilde{v}_{82}$	(0.19;0.42;0.42;0.63;1;1),(0.19;0.42;0.42;0.63;1;1)
$\tilde{v}_{83}$	(0.16;0.38;0.38;0.61;1;1),(0.16;0.38;0.38;0.61;1;1)
$\tilde{v}_{91}$	(0.17;0.32;0.32;0.5;1;1),(0.17;0.32;0.32;0.5;1;1)
$\tilde{v}_{92}$	(0.75;0.97;0.97;1;1;1),(0.75;0.97;0.97;1;1;1)
$\tilde{v}_{93}$	(0.42;0.68;0.68;0.87;1;1),(0.42;0.68;0.68;0.87;1;1)
$\tilde{v}_{101}$	(0.16;0.36;0.36;0.61;1;1),(0.16;0.36;0.36;0.61;1;1)
$\tilde{v}_{102}$	(0.31;0.55;0.55;0.77;1;1),(0.31;0.55;0.55;0.77;1;1)
$\tilde{v}_{103}$	(0.23;0.47;0.47;0.74;1;1),(0.23;0.47;0.47;0.74;1;1)
$\tilde{v}_{111}$	(0.2;0.4;0.4;0.63;1;1),(0.2;0.4;0.4;0.63;1;1)
$\tilde{v}_{112}$	(0.4;0.66;0.66;0.9;1;1),(0.4;0.66;0.66;0.9;1;1)
$\tilde{v}_{113}$	(0.19;0.38;0.38;0.61;1;1),(0.19;0.38;0.38;0.61;1;1)

4.Adım: Bu adımda ise bir önceki adımda hesaplanmış olan ağırlık değerlerinin derecelerinin hesaplanması yapılır.

Ağırlık değerlerinin dereceleri çizelge 5.8’ de görülmektedir.

Çizelge 5.8 Ağırlık Değerlerinin Dereceleri

KRİTERLER	ALTERNATİFLER		
	S ₁	S ₂	S ₃
İşçilik Maliyeti	7.74	6.12	7.09
Satılan Malın Maliyeti	7.27	7.14	6.23
Yok Satış Maliyeti	5.91	9.09	9.09
Ürün Karı	9.50	9.72	8.92
Rafların Karlılığı ve Verimliliği	5.79	6.25	6.96
Farklı Gruplara Hitap Etme	5.78	8.24	7.90
Ürün Kalitesi	9.14	5.27	8.70
Satış Sonrası Hizmet	6.24	6.32	6.09
Müşterini Talebini Karşılama	5.81	9.50	7.80
Pazar Payına Hakimiyet	6.01	7.07	6.64
Müşteri şikayet ve talepleri	6.27	5.56	5.72

5.Adım: Bu adımda ise belirlenen derecelere göre max ve min değerlerinin saptaması yapılır. Bu bilgilere göre çizelge 5.9 elde edilmiş olunur.

Çizelge 5.9 Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler

v-	v+
6.12	7.74
6.23	7.27
5.91	9.09
8.92	9.72
5.79	6.96
5.78	8.24
5.27	9.14
6.09	6.32
5.81	9.50
6.01	7.07
5.56	6.27

6.Adım: Bu adımda ise her x_j değerinin pozitif ideal çözüme uzaklık değerleri hesaplanır, elde edilen değerler çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10 Alternatiflerin İdeal Çözümlere Uzaklık Değerleri

ALTERNATİF	d^-	d^+
S_1	4,42	5,68
S_2	5,71	4,31
S_3	5,75	2,43

7.Adım: Bu adımda ise her alternatifin yakınlık derecelerinin hesaplanması yapılır.Bu hesaplamalara göre:

$$C(S_1) = \frac{d^-(x_1)}{d^+(x_1) + d^-(x_1)} = \frac{(4,42)}{(5,68 + 4,42)} = 0,44$$

$$C(S_2) = \frac{d^-(x_2)}{d^+(x_2) + d^-(x_2)} = \frac{(5,71)}{(4,31 + 5,71)} = 0,57$$

$$C(S_3) = \frac{d^-(x_3)}{d^+(x_3) + d^-(x_3)} = \frac{(5,75)}{(2,43 + 5,75)} = 0,70$$

8.Adım: Alternatifler arasından gereken seçimi yapmak için bir önceki adımda gerçekleşen değerler baz alınarak sıralama yapılır. $C(S_3) > C(S_2) > C(S_1)$. Bu duruma göre alternatifler arasından seçimi x_3 alternatifi tercih edilmiş olur.

Tip-2 bulanık kümelerle dayanan TOPSIS metodunda yapılan karşılaştırmayla seçilen S_3 kriteriyle pardösü alt grubunda model sayısı çalışması yapılarak belirlenen bütçe rakamları dâhilinde planlamasının yapılmasına karar verilmiştir. 3 karar verici tarafından yapılan değerlendirmeler ile pardösü alanında hem müşteri hem de ürün açısından en karlı ve en tatminkâr strateji olarak seçilmiştir. Bu seçilen alternatifle hem üst ekonomik seviyesi yüksek müşterilere hemde maddi durumu daha kısıtlı müşterilere belirli model sayılarıyla hitap edilmektedir. Model sayısının belirlenmesi noktasında ise tasarım ekibi ile ürün yönetimi departmanları yapılan toplantılar ile karar vermektedir. Bu strateji ile yok satış yaşama ihtimalinin düşeceği ve maksimum karlılık elde edileceği düşünülmektedir.

5.5 Buckley Bulanık AHS ile Hesaplanan Kriter Ağırlıklarının TOPSIS Uygulanması

Bu bölümde ise Tip-2 bulanık kümelere dayanan TOPSIS metodunda yer alan kriterlerin ağırlıkları bulanık analitik hiyerarşi metoduyla bulunarak geri kalan diğer adımlar aynen uygulanacaktır. Bunun için bu çalışmada buckley ortaya koyduğu Bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılmıştır.

1.Adım: Bu adımda 3 karar verici tarafından çalışmanın ana kriterleri kendi içerisinde karşılaştırma yapmaları için anket doldurarak matrislerin oluşmasını sağlarlar. Ana kriterlerin karşılaştırmalar Ek-A içerisinde, alt kriterlerin kendi aralarındaki değerlendirmeleri Ek-B,C,D,E içerisinde sunulmuştur. 3 karar vericinin vermiş oldukları anket bulanık karşıtlarıyla matrisler oluşturulur.

Çizelge 5.11 Dilsel İfadelerin Üyelik Fonksiyonları

Bulanık Sayılar	Dilsel karşılığı	Bulanık skalası
$\tilde{1}$	Eşit Derecede Önemli	(1,1,1)
$\tilde{3}$	Orta Derecede Önemli	$(\frac{2}{3}, 1, \frac{3}{2})$
$\tilde{5}$	Kuvvetli Derecede Önemli	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$
$\tilde{7}$	Çok Önemli	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$
$\tilde{9}$	Mutlak Önemli	$(\frac{7}{2}, 4, \frac{9}{2})$

Bu noktadan sonra her farklı karar vericinin anket değerlerinden oluşan matrisler ana matris formatına dönüştürülür:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ 1/\tilde{a}_{12} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\tilde{a}_{1n} & 1/\tilde{a}_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Burada $\tilde{a}_{ij} = (\tilde{a}_{ij}^1 \otimes \tilde{a}_{ij}^2 \otimes \tilde{a}_{ij}^3 \otimes \tilde{a}_{ij}^4 \dots \tilde{a}_{ij}^n)^{1/n}$ Formülasyonu ile matrislerin değerleri tek tek hesaplanır.

Karar vericiler tarafından ana kriterlerin değerlendirildiği anket formları Ek-A içerisinde, maliyet alt kriterinin değerlendirilmesi Ek-B içerisinde, müşteri memnuniyeti alt kriterinin değerlendirilmesi Ek-C içerisinde, karlılık alt kriterinin değerlendirilmesi Ek-D içerisinde, marka değeri alt kriterinin değerlendirilmesi Ek-E içerisinde sunulmuştur.

2.Adım: Ana matrislerin oluşturulmasından sonra aşağıdaki formülün kullanılmasıyla ağırlık değerlerinin hesaplanması yapılır.

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{1/n} \text{ Ve } \tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1}$$

Bu formülasyon yapısına göre ana kriterlerin ağırlık değerleri aşağıdaki gibi olur:

r1	(0,75;0,91;1,11)
r2	(1,29;1,60;1,94)
r3	(0,58;0,7;0,86)
r4	(0,78;0,98;1,23)

w1	(0,15;0,22;0,32)
w2	(0,25;0,38;0,57)
w3	(0,11;0,17;0,25)
w4	(0,15;0,23;0,36)

3.Adım: Bu adımla birlikte tip 2 topsıs te yerine koyacağımız değerleri elde etmiş oluyoruz. Bu değerlerin çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12 Kriterlerin Ağırlık Değerleri

KRİTERLER	YEREL AĞIRLIKLAR			ORTALAMA AĞIRLIKLAR		
C1	0.147	0.218	0.325			
C11	0.179	0.245	0.340	0.03	0.05	0.11
C12	0.419	0.561	0.741	0.06	0.12	0.24
C13	0.149	0.194	0.257	0.02	0.04	0.08
C2	0.252	0.382	0.570			
C21	0.736	0.892	1.058	0.19	0.34	0.60
C22	0.098	0.108	0.141	0.02	0.04	0.08
C3	0.113	0.167	0.251			
C31	0.154	0.226	0.334	0.02	0.04	0.08
C32	0.294	0.427	0.605	0.03	0.07	0.15
C33	0.137	0.195	0.280	0.02	0.03	0.07
C34	0.104	0.153	0.232	0.01	0.03	0.06
C4	0.152	0.233	0.360			
C41	0.651	0.872	1.142	0.10	0.20	0.41
C42	0.104	0.128	0.183	0.02	0.03	0.07

4. Adım: Bu Adımla birlikte Tip-2 bulanık kümelere dayanan TOPSIS'te yapılan adımlar aynen uygulanarak kriterlerin son değerleri elde edilir.

Çizelge 5.13 Alternatiflerin Nihai Sıralaması

NİHAİ SIRALAMA	
C(S₁)	0,47
C(S₂)	0,58
C(S₃)	0,63

Buckley BAHS çalışmasıyla elde edilen kriterlerin Tip-2 bulanık kümelere dayanan TOPSIS'te yerine koyulmasıyla elde edilen değerler sonucunda S₃ alternatifi yine değerlendiriciler tarafından en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Bu alternatif genelinde perakende sektöründe ürün yöneticileri yılda 2 sezon zamanı içerisinde bütçe çalışması içerisinde alt grup bazında maliyet ve karlılık değerleri bulunarak model sayısı ve ürün çalışması bu doğrultuda yapılır.

5.6 Alternatif Durumlarla Duyarlılık Analizi

Bu bölümde belirlenen 2 farklı durumla beraber alternatif pazarlama strateji seçimi incelenmiştir. Diğer iki durumda değerlendirmelerde bazı ana kriterler üzerinde yapılan değişikliklerle sıralamanın nasıl değiştiği gözlenmiştir.

İlk olarak müşteri memnuniyeti ana kriteri içerisinde yapılan değerlendirme farkları Çizelge 5.14’de görülmektedir.

Çizelge 5.14 2. Durum için Kriterlerin değerlendirilmesi

Kriterlerin Ağırlıkları				
Karar Vericiler				
Ana Kriterler	Alt Kriterler	D1	D2	D3
MALİYET	İşçilik Maliyeti	Yüksek	Çok Yüksek	Orta Yüksek
	Satılan Malın Maliyeti	Orta	Orta Yüksek	Yüksek
	Yok Satış Maliyeti	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek
KARLILIK	Ürün Karı	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
	Rafların Karlılığı ve Verimliliği	Orta	Orta Yüksek	Orta Yüksek
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ	Farklı Gruplara Hitap Etme	Yüksek	Çok Yüksek	Orta Yüksek
	Ürün Kalitesi	Orta Düşük	Orta Düşük	Orta Düşük
	Satış Sonrası Hizmet	Orta Düşük	Orta Düşük	Orta Yüksek
	Müşterini Talebini Karşılama	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
MARKA DEĞERİ	Pazar Payına Hakimiyet	Orta	Orta Yüksek	Orta
	Müşteri şikayet ve talepleri	Düşük	Orta	Orta Yüksek

Bu verilere göre Tip-2 bulanık kümelerle dayanan TOPSIS metodunun diğer tüm adımlarının aynen çalıştırılması sonucundan elde edilen sonuç verileri aşağıda gösterilmiştir.

$$C(x_2) = 0,72$$

$$C(x_3) = 0,66$$

$$C(x_1) = 0,30$$

Diğer alternatif durumda ise marka değeri alt kriteri üzerinden yapılan değişikliklerle yeni bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme çizelge 5.15 ‘de görülmektedir.

Çizelge 5.15 3. Durum için Kriterlerin değerlendirilmesi

Kriterlerin Ağırlıkları				
Karar Vericiler				
Ana Kriterler	Alt Kriterler	D1	D2	D3
MALİYET	İşçilik Maliyeti	Yüksek	Çok Yüksek	Orta Yüksek
	Satılan Malın Maliyeti	Orta	Orta Yüksek	Yüksek
	Yok Satış Maliyeti	Çok Yüksek	Yüksek	Yüksek
KARLILIK	Ürün Karı	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
	Rafların Karlılığı ve Verimliliği	Orta	Orta Yüksek	Orta Yüksek
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ	Farklı Gruplara Hitap Etme	Yüksek	Çok Yüksek	Orta Yüksek
	Ürün Kalitesi	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
	Satış Sonrası Hizmet	Orta Düşük	Orta Düşük	Orta Yüksek
	Müşterini Talebini Karşılama	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
MARKA DEĞERİ	Pazar Payına Hakimiyet	Çok Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
	Müşteri şikayet ve talepleri	Çok Yüksek	Çok Düşük	Orta Yüksek

Bu değerlendirme bazında elde edilen sonuçları aşağıda verilmiştir.

$$C(x_3) = 0,62$$

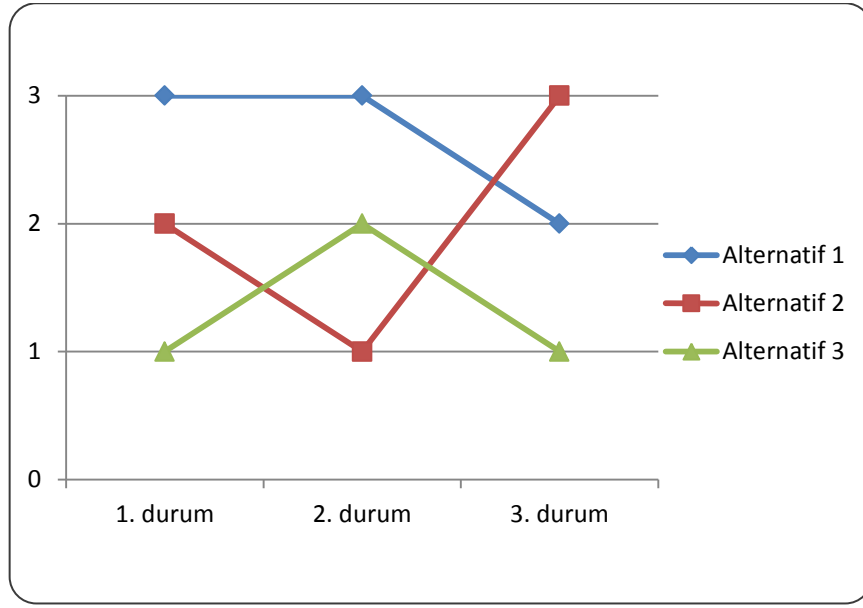
$$C(x_1) = 0,55$$

$$C(x_2) = 0,47$$

Yapılan ilk genel değerlendirme ile birlikte elimizde 3 farklı değerlendirme altında farklı sonuçlar yer almaktadır. Bu değerlendirmeler altında 3. Strateji olan bütçe çalışması yaparak ciro rakamlarına göre ürün yapısının belirlendiği strateji en iyi seçenek olarak durmaktadır. 1. strateji az modelde pahalı ürünlerle satış olarak tercih edilmemektedir.

2. Durumda müşteri memnuniyeti alt kriteri ile oynadığımız zaman 2 alternatif ön plana çıkmaktadır. Çünkü bu noktada daha ucuz ürünle daha fazla çeşitle satış yapmak hem müşterileri memnun eder hem de firma için bir adım öne geçme şansı doğurur. Ama 3. Durum üzerinde marka değerini firmaların sattığı ürünlerden aldığı geri dönüşler sağladığından çok kaliteli ve pahalı ürünler uzun yıllar kullanılarak o ürünü alan müşteride yüksek tatmin oluşturur. Bunun için 1. Strateji burada 2. Tercih edilen strateji konumuna gelir. Bu 3. Durum arasındaki ilişki çizelge 5.16 üzerinde rahatlıkla görülmektedir.

Çizelge 5.16 3 farklı durum için alternatiflerin sıralaması



5.7 Buckley AHS için Tutarlılık Analizi

Buckley metodu ile hesaplanan ikili karşılaştırmaların tutarlılıklarının hesaplanması için Liou ve Wang'ın toplam entegral yönteminden yararlanılmıştır. Bunun için Buckley AHS metodunda ağırlık vektörü hesaplandıktan sonra toplam entegral yöntemi kullanılır.

Ana Kriterler İçin Tutarlılık Analizi: Buckley metodunda elde edilen ağırlık değerlerinden:

$$\tilde{W}_1 = (0,15; 0,22; 0,32)$$

$$\tilde{W}_2 = (0,25; 0,38; 0,57)$$

$$\tilde{W}_3 = (0,11; 0,17; 0,25)$$

$$\tilde{W}_4 = (0,15; 0,23; 0,36)$$

Bu değerlerle birlikte iyimserlik indeksi $w = 0,5$ kullanılarak Liou ve Wang'ın toplam entegral yöntemine göre $\tilde{A} = (a, b, c)$ olmak üzere eşitlik 5.1 kullanılmasıyla:

$$E_w(\tilde{A}) = \frac{1}{2} [w(a + b) + (1 - w)(b + c)] \quad (5.1)$$

$$E_w(\text{maliyet}) = \frac{1}{2} [0,5(0,15 + 0,22) + (1 - 0,5)(0,22 + 0,33)] = 0,22$$

$$E_w(\text{karlılık}) = \frac{1}{2} [0,5(0,25 + 0,38) + (1 - 0,5)(0,38 + 0,57)] = 0,40$$

$$E_w(\text{müşteri mem.}) = \frac{1}{2} [0,5(0,11 + 0,17) + (1 - 0,5)(0,17 + 0,25)] = 0,17$$

$$E_w(\text{marka değeri}) = \frac{1}{2} [0,5(0,15 + 0,23) + (1 - 0,5)(0,23 + 0,36)] = 0,24$$

Değerleri elde edilir. Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü;

$$W' = (0,22; 0,40; 0,17; 0,24)^T \text{ bulunur ve bu vektör normalize edildiğinde } W = (0,217; 0,380; 0,167; 0,235)^T$$

Bulunan değerlerin tutarlı olup olmadığını bulabilmek için tutarlılık oranlarının hesaplanması gerekmektedir. Bunun için ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Durulaştırma işlemi için $M = (l, m, u)$ şeklinde verildiğinde eşitlik 5.2 kullanılmasıyla:

$$M_d = \frac{l+4m+u}{6} \quad (5.2)$$

Şeklinde yapılır. Ve buna göre elde edilen matris:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,56 & 1,27 & 1,01 \\ 1,83 & 1 & 2,30 & 1,60 \\ 0,80 & 0,44 & 1 & 0,71 \\ 1,01 & 0,64 & 1,47 & 1 \end{bmatrix}$$

Şeklinde olur. Elde edilen bu vektörün ağırlık matrisi ile çarpılırsa:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,56 & 1,27 & 1,01 \\ 1,83 & 1 & 2,30 & 1,60 \\ 0,80 & 0,44 & 1 & 0,71 \\ 1,01 & 0,64 & 1,47 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,217 \\ 0,380 \\ 0,167 \\ 0,234 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,88 \\ 1,54 \\ 0,68 \\ 0,95 \end{bmatrix}$$

Ve en son olarak çarpım sonucu elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerler toplanır. Ve bulunan değer matris büyüklüğüne bölünür.

$$\lambda_{max} = \left(\frac{0,88}{0,217} + \frac{1,54}{0,380} + \frac{0,68}{0,167} + \frac{0,95}{0,234} \right) / 4 = 4,040$$

Elde edilen bu değere göre tutarlılık indeksi(n matris boyutu olmak üzere):

$$T.İ = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4,040 - 4}{4 - 1} = 0,0134$$

Ve bulunan bu değer tutarlılık göstergesine bölünmesiyle tutarlılık oranı:

$$T.O. = \frac{0,0134}{0,90} = 0,015$$

Olarak hesaplanır. Tutarlılık oranı %10 dan küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu gözlenmektedir.

Maliyet Alt Kriteri İçin Tutarlılık Analizi: Buckley metodunda elde edilen ağırlık değerlerinden:

$$\tilde{W}_1 = (0,18; 0,24; 0,34)$$

$$\tilde{W}_2 = (0,42; 0,56; 0,74)$$

$$\tilde{W}_3 = (0,15; 0,20; 0,26)$$

Bu değerlerle birlikte iyimserlik indeksi $w = 0,5$ kullanılarak Liou ve Wang'ın toplam integral yöntemine göre $\tilde{A} = (a, b, c)$ olmak üzere eşitlik 5.1 kullanılmasıyla:

$$E_w(\text{işçilik maliyeti}) = \frac{1}{2} [0,5(0,18 + 0,24) + (1 - 0,5)(0,24 + 0,34)] = 0,25$$

$$E_w(\text{satılan malın mal.}) = \frac{1}{2} [0,5(0,42 + 0,56) + (1 - 0,5)(0,56 + 0,74)] = 0,57$$

$$E_w(\text{yok satış mal.}) = \frac{1}{2} [0,5(0,15 + 0,20) + (1 - 0,5)(0,20 + 0,26)] = 0,20$$

Değerleri elde edilir. Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü;

$$W' = (0,25; 0,57; 0,20)^T \text{ Bulunur ve bu vektör normalize edildiğinde } W = (0,247; 0,558; 0,194)^T$$

Bulunan değerlerin tutarlı olup olmadığını bulabilmek için tutarlılık oranlarının hesaplanması gerekmektedir. Bunun için ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Durulaştırma işlemi için $M = (l, m, u)$ şeklinde verildiğinde eşitlik 5.2 kullanılır ve buna göre elde edilen matris:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,56 & 1,01 \\ 1,83 & 1 & 3,63 \\ 1,01 & 0,28 & 1 \end{bmatrix}$$

Şeklinde olur. Elde edilen bu vektörün ağırlık matrisi ile çarpılırsa:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,56 & 1,01 \\ 1,83 & 1 & 3,63 \\ 1,01 & 0,28 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,247 \\ 0,558 \\ 0,194 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,756 \\ 0,717 \\ 0,598 \end{bmatrix}$$

Ve en son olarak çarpım sonucu elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerler toplanır. Ve bulunan değer matris büyüklüğüne bölünür.

$$\lambda_{max} = \left(\frac{0,756}{0,247} + \frac{0,717}{0,558} + \frac{0,598}{0,194} \right) / 3 = 3,072$$

Elde edilen bu değere göre tutarlılık indeksi(n matris boyutu olmak üzere):

$$T.İ = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,072 - 3}{3 - 1} = 0,036$$

Ve bulunan bu değer tutarlılık göstergesine bölünmesiyle tutarlılık oranı:

$$T.O. = \frac{0,036}{0,52} = 0,069$$

Olarak hesaplanır. Tutarlılık oranı %10 dan küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu gözlenmektedir.

Müşteri Memnuniyeti Alt Kriteri İçin Tutarlılık Analizi: Buckley metodunda elde edilen ağırlık değerlerinden:

$$\tilde{W}_1 = (0,15; 0,23; 0,33)$$

$$\tilde{W}_2 = (0,29; 0,43; 0,61)$$

$$\tilde{W}_3 = (0,14; 0,19; 0,28)$$

$$\tilde{W}_4 = (0,10; 0,15; 0,23)$$

Bu değerlerle birlikte iyimserlik indeksi $w = 0,5$ kullanılarak Liou ve Wang'ın toplam integral yöntemine göre $\tilde{A} = (a, b, c)$ olmak üzere eşitlik 5.1 kullanılmasıyla:

$$\begin{aligned} E_w(\text{farklı gruplara hitap etme}) &= \frac{1}{2} [0,5(0,15 + 0,23) + (1 - 0,5)(0,23 + 0,33)] \\ &= 0,235 \end{aligned}$$

$$E_w(\text{ürün kalitesi}) = \frac{1}{2} [0,5(0,29 + 0,43) + (1 - 0,5)(0,43 + 0,61)] = 0,438$$

$$E_w(\text{satış sonrası hizmet}) = \frac{1}{2} [0,5(0,14 + 0,19) + (1 - 0,5)(0,19 + 0,28)] = 0,202$$

$$E_w(\text{müşteri talebini karşılama}) = \frac{1}{2}[0,5(0,10 + 0,15) + (1 - 0,5)(0,15 + 0,23)] \\ = 0,161$$

Değerleri elde edilir. Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü;

$$W' = (0,235; 0,438; 0,202; 0,161)^T \text{ Bulunur ve bu vektör normalize edildiğinde} \\ W = (0,228; 0,423; 0,195; 0,155)^T$$

Bulunan değerlerin tutarlı olup olmadığını bulabilmek için tutarlılık oranlarının hesaplanması gerekmektedir. Bunun için ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Durulaştırma işlemi için $M = (l, m, u)$ şeklinde verildiğinde eşitlik 5.2 kullanılır ve buna göre elde edilen matris:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,51 & 1,45 & 1,28 \\ 2,01 & 1 & 2,52 & 2,29 \\ 0,70 & 0,40 & 1 & 1,83 \\ 0,81 & 0,44 & 0,56 & 1 \end{bmatrix}$$

Şeklinde olur. Elde edilen bu vektörün ağırlık matrisi ile çarpılırsa:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,51 & 1,45 & 1,28 \\ 2,01 & 1 & 2,52 & 2,29 \\ 0,70 & 0,40 & 1 & 1,83 \\ 0,81 & 0,44 & 0,56 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,228 \\ 0,423 \\ 0,195 \\ 0,155 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,923 \\ 1,726 \\ 0,808 \\ 0,637 \end{bmatrix}$$

Ve en son olarak çarpım sonucu elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerler toplanır. Ve bulunan değer matris büyüklüğüne bölünür.

$$\lambda_{\max} = \left(\frac{0,923}{0,228} + \frac{1,726}{0,423} + \frac{0,808}{0,195} + \frac{0,637}{0,155} \right) / 4 = 4,099$$

Elde edilen bu değere göre tutarlılık indeksi(n matris boyutu olmak üzere):

$$T.İ = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,099 - 4}{4 - 1} = 0,033$$

Ve bulunan bu değer tutarlılık göstergesine bölünmesiyle tutarlılık oranı:

$$T.O. = \frac{0,033}{0,90} = 0,037$$

Olarak hesaplanır. Tutarlılık oranı %10 dan küçük olduğu için yapılan işlemlerin tutarlı olduğu gözlenmektedir.

Karlılık ve marka değeri ana kriterinde $w=0$ olduğundan tutarlılık oranı sıfıra çok yakın olduğundan tutarlı olarak kabul edilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz koşullarında karar vermek oldukça önemli ve zor bir süreçtir. Firmalar yaptıkları çalışmalarda en iyi verimliliği elde edebilmeleri için karar verme kritik bir rol oynamaktadır. Karar verirken karşılarına çıkan belirsizlikleri ortadan kaldıracılamak için problemleri birçok parametrede incelerler. Bu noktada çok kriterli karar verme teknikleri önemli rol oynar. Dilsel ifadeleri modelleyebilmek için bulanık kümelerden ve bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bulanık karar verme çok fazla parametreye sahip problemlerde en doğru sonucun alınmasını sağlamaktadır. Ayrıca kişilerden alınan sözel ifadeleri sayısallaştırma noktasında yardımcı olmaktadır. Tip-2 bulanık kümelerle gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Tip-2 bulanık kümeler diğer Tip-1 bulanık kümelere nazaran hassaslığı dahada arttırarak firmalara daha emin ve güvenilir kararlar alınmasını sağlamaktadır. Diğer yöntemlere nazaran en önemli farkı bu çalışmada olduğu gibi çok fazla parametre içeren durumlarda bulanıklığı çok daha iyi modelleyebimesi ve sayısallaştırmasıdır.

Bu çalışma içersinde perakende sektöründe hizmet veren bir firmada ciroya en çok katkısı olan bir alt grupta alternatif pazarlama stratejisi seçimi yapılmıştır. Pazarlama stratejisini seçerken ana ve alt kriterlerimiz bulunmaktadır. ÇKKV bu noktada karar vermeyi kolaylaştırmaktadır. Ancak bulanık çok ölçütlü bir yaklaşım mevcut durumun modellenmesinde hassaslığı dahada arttırmakta ve istenilen sonuca ulaşmayı daha çok garanti eder. Bu çalışmada 3 farklı stratejinin birbirleri arasındaki ilişkisi Tip-2 bulanık kümelerle modellenerek farklı durumlarla incelenmiştir. Alternatifler ve kriterler;

konularında uzman karar vericiler tarafından belirlenerek anket yöntemiyle aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir. Tip-2 bulanık kümelerle dayanan TOPSIS metodu uygulanarak alternatifler arasında sıralama yapılmıştır. Buckley bulanık analitik hiyerarşi süreci ile kriterlerin ağırlıkları belirlenerek Tip-2 bulanık kümelerle dayanan TOPSIS metodunda yerine koyulmasıyla tekrardan çalıştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde iki metodunda birbirleriyle tutarlı sonuçlar verildiği gözlenmiştir. 3. Stratejimiz olan belirli model sayısı çalışması yaparak bütçe planlamasıyla hareket etmek en iyi tercih olmaktadır. 1. Strateji olan az model sayısında pahalı ürün gruplarıyla çalışma stratejisi ise bu yöntem dahilinde de tercih edilmemiştir.

Çalışmada ayrıca Tip-2 bulanık kümelerle dayanan TOPSIS metodunda ana kriterler üzerinde değişiklikler yapılarak alternatiflerin değiştirilen kriterler karşısında sıralamasının nasıl değiştiği gözlenmiştir. Yapılan duyarlılık analizinde en iyi sonucu veren 3. Alternatif olan bütçe çalışması ile model sayısı belirleme stratejisi olduğu görülmüştür. Karar vericiler tarafından yapılan çalışmaya göre firma müşteri yapısı olarak sadece pahalı ürünlerle az model sayıda çalışması müşteriler tarafından olumlu görülmeyeceği belirlenmiştir. Örneğin marka değeri ana kriterinde yapılan değişikliklerle ilk alternatifin bu noktada diğer alternatiflere nazaran daha duyarlı olduğu ve sıralamasının değiştiği görülmüştür.

Buckley bulanık analitik hiyerarşisinde bulunan kriterlerin ağırlıklarının tutarlılık oranları incelemesi yapılmıştır. Tutarlılık oranları hesaplanırken Liou ve Wang'ın toplam entegral yöntemi kullanılarak hem ana kriterlerin ikili karşılaştırmasında hemde alt kriterlerin ikili karşılaştırmasında kullanılarak değerlerin tutarlılıkları kanıtlanmıştır.

Bu tez çalışmasında firma belirlenen pazarlama stratejisini yeni kış sezonu için uygulamaya karar vererek çalışmalarına başlamıştır. Bu noktada verilen firma için verilen karar taktiksel bir karar olup yılda 2 kere belirlenen bir karardır.

Gelecek çalışmalarda firmanın daha stratejik kararlar almasına yardımcı olabilmek adına çalışma dahada geliştirilebilir. Örneğin perakende sektöründe mağaza lokasyonu seçiminde, tedarikçilerin seçimi noktasında daha fazla parametre ile çalışmalar geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Forman, E. ve Selly, M.A., (2001). Decisions by Objectives, World Scientific.
- [2] Saaty, T.L., (2000). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, RWS., Pittsburgh,
- [3] Saaty, T.L., (2001). Decision Making for Leaders, RWS, 2. Edition, Pittsburgh.
- [4] Henig, M.I., ve Buchanan, J.T., (1996). "Solving MCDM Problems: Process Concepts", Journal of Multi-Criteria Decision Analysis.
- [5] Kuru üzümlü, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, Akdeniz İ.İ.B.F Dergisi.
- [6] Tekeş, M., (2002). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karşılaştırılması (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Tütek H. H. ve Gümüsoğlu Ş., (2000). Sayısal Yöntemler Yönetimsel Yaklaşım, Beta Basım A.Ş, İstanbul.
- [8] Karakaya, K., (2003). İstanbul Boğazı'ndan Geçen Gemilerin Emniyetli Geçişinin Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanarak Analizi (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [9] Render B. ve Stair R. M., (1991). Quantitative Analysis for Management, Allyn and Bacon, USA.
- [10] Doğan M., (1985). İşletmelerde Karar Verme Teknikleri, Bilgehan Basımevi, İzmir.
- [11] Tekin M., (2004). Sayısal Yöntemler, 5. Baskı, Konya.
- [12] Anderson, D.R. ve Sweeney, D.J. ve Williams, T.A., (2000). An Introduction to management science: Quantitative Approaches to decision making, South-Western College.
- [13] Bogetoft, P. ve Pruzan, P., (1997). Planning with multiple criteria (investigation, communication and choice), Copenhagen Business School Press.

- [14] Soner, S. ve Önüt, S., (2006). Multi-Criteria Supplier Selection: An ELECTRE-AHP Application Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi,4.
- [15] Tabucanon, M.T., (1988). Multiple Criteria Decision Making In Industry, Amsterdam The Netherlands and Newyork.
- [16] Dağdeviren M., Eraslan E. ve Kurt M., (2007). Makina Seçimi Problemi için TOPSIS, AHP, ELECTRE ve PROMETHEE Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Bir Analiz, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir.
- [17] Triantaphyllou, E. ve Lin, C.T., (1996). Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods, International Journal of Approximate Reasoning, 14.
- [18] Polat, D. Ş., (2000). Askeri Helikopter Alımı Problemine Analitik Hiyerarşi Metodu İle Bir Yaklaşım (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [19] Omkarprasad, S. ve Kumar, S., (2006). Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications, European Journal of Operational Research, 169.
- [20] Lorcu, F., (2000). Analitik Hiyerarşi Prosesi Tekniği ile Kişisel Bilgisayar Tercihi Konusunda Bir Uygulama (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [21] Erikan, L., (2002). HV.K.K.'lığında Aday Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Etkin Karar Verme (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] Kulak, O. ve Kahraman, C., (2005). Fuzzy Multi-Attribute Selection among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process, Information Sciences.
- [23] Karacasu, M. ve Yayla, N., (2004). Kentiçi Otobüs Taşımacılığında Özelleştirme için bir Karar Destek Modeli Önerisi: Eskişehir Örneği, İTÜ Dergisi /d, Mühendislik.
- [24] Baykal N. ve Beyan T., (2004). Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- [25] Ertuğrul İ., (2003). İş yeri Düzen Tasarımına Bir Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı, VI. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara.
- [26] Kosko B., (1997). Fuzzy Engineering, Prentice Hall, New Jersey.
- [27] Şen Z., (2004). Mühendislikte Bulanık Mantık ile Modelleme Prensipleri, Su Vakfı, İstanbul.
- [28] Günal, Ü., (1997). Bulanık Mantık, Otomasyon dergisi, 55, 50-55, İstanbul.
- [29] Taşkın, H. ve Gümüştas, R. (1996). Trafik Akış Sistemlerinde Bulanık Denetim ve Bir Uygulama, Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı.
- [30] Zadeh L.A. ve Kacprzyk J., (1992). Fuzzy Logic for the Management of Uncertainty, John Wiley & Sons Inc., Newyork.

- [31] Chen, C.T., (2001). A Fuzzy Approach to Select the Location of the Distribution Center, Fuzzy Sets and Systems, 118.
- [32] Nabyev V. V., (2003). Yapay Zeka - Problemler - Yöntemler - Algoritmalar, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- [33] Nguyen H. T. ve Walker E. A. (2000). A First Course in Fuzzy Logic, Chapman& Hall/Crc, Florida.
- [34] Yen J. ve Langari R. (1999). Fuzzy Logic, Intelligence, Control and Information, Prentice Hall, New Jersey.
- [35] Tanaka K., (1997). An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications, Çeviren: Tak Niimura, Springer-Verlag, New York.
- [36] Tuş, A., (2006). Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- [37] Gültaş İ. ve Özok A. F., (2007). Endüstri Mühendisliği Eğitiminde Matematik Ders İçeriklerinin Belirlenmesinde BAHP Yöntemi ile Çözüm Önerisi, Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir.
- [38] Büyüközkan,G., Kahraman,C. ve Ruan,D., (2004). A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach for software development strategy selection, international journal of general systems.
- [39] Hsieh, T.Y. ve Lu, S.T. ve Tzeng, G.H., (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings, Taiwan.
- [40] Mendel J., (2001). Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions, NJ: Prentice-Hall.
- [41] Mendel, J.M., (2007). Advances in type-2 fuzzy sets and systems, Information Sciences.
- [42] Yıldırım, M.T., (2007). Tip-2 bulanık sistemler ile sayısal görüntülerden dürtü gürültüsünün giderilmesi, Kayseri.
- [43] Yager, R.R., (1986). A Characterization of the Fuzzy Extension Principle, J. Fuzzy Sets and Systems.
- [44] Chen, S.M. ve Lee, L.W., (2009). Fuzzy Multiple Attributes group decision-making based on the interval Type-2 TOPSIS method.

KARAR VERİCİNİN ANA KRİTERLERİ DEĞERLENDİRMESİ

ANA KRİTERLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMALARI										
1. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
MALİYET								X		KARLILIK
MALİYET			X							MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ
MALİYET						X				MARKA DEĞERİ
KARLILIK	X									MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ
KARLILIK				X						MARKA DEĞERİ
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ								X		MARKA DEĞERİ

ANA KRİTERLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMALARI										
2. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
MALİYET							X			KARLILIK
MALİYET				X						MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ
MALİYET						X				MARKA DEĞERİ
KARLILIK		X								MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ
KARLILIK			X							MARKA DEĞERİ
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ						X				MARKA DEĞERİ

ANA KRİTERLERİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMALARI										
3. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
MALİYET						X				KARLILIK
MALİYET					X					MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ
MALİYET				X						MARKA DEĞERİ
KARLILIK				X						MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ
KARLILIK			X							MARKA DEĞERİ
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ				X						MARKA DEĞERİ

MALİYET ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MALİYET İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
1. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
İşçilik Maliyeti								X		Satılan Malın Maliyeti
İşçilik Maliyeti				X						Yok Satış Maliyeti
Satılan Malın Maliyeti	X									Yok Satış Maliyeti

MALİYET İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
2. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
İşçilik Maliyeti							X			Satılan Malın Maliyeti
İşçilik Maliyeti			X							Yok Satış Maliyeti
Satılan Malın Maliyeti		X								Yok Satış Maliyeti

MALİYET İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
3. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
İşçilik Maliyeti						X				Satılan Malın Maliyeti
İşçilik Maliyeti				X						Yok Satış Maliyeti
Satılan Malın Maliyeti			X							Yok Satış Maliyeti

MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
1. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Farklı Gruplara Hitap Etme						X				Ürün Kalitesi
Farklı Gruplara Hitap Etme				X						Satış Sonrası Hizmet
Farklı Gruplara Hitap Etme			X							Müşterini Talebini Karşılama
Ürün Kalitesi			X							Satış Sonrası Hizmet
Ürün Kalitesi		X								Müşterini Talebini Karşılama
Satış Sonrası Hizmet		X								Müşterini Talebini Karşılama

MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
2. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Farklı Gruplara Hitap Etme							X			Ürün Kalitesi
Farklı Gruplara Hitap Etme					X					Satış Sonrası Hizmet
Farklı Gruplara Hitap Etme				X						Müşterini Talebini Karşılama
Ürün Kalitesi			X							Satış Sonrası Hizmet
Ürün Kalitesi			X							Müşterini Talebini Karşılama
Satış Sonrası Hizmet			X							Müşterini Talebini Karşılama

MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
3. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Farklı Gruplara Hitap Etme									X	Ürün Kalitesi
Farklı Gruplara Hitap Etme		X								Satış Sonrası Hizmet
Farklı Gruplara Hitap Etme				X						Müşterini Talebini Karşılama
Ürün Kalitesi	X									Satış Sonrası Hizmet
Ürün Kalitesi			X							Müşterini Talebini Karşılama
Satış Sonrası Hizmet				X						Müşterini Talebini Karşılama

KARLILIK ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

KARLILIK İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
1. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Ürün Karı			X							Rafların Karlılığı ve Verimliliği

KARLILIK İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
2. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Ürün Karı	X									Rafların Karlılığı ve Verimliliği

KARLILIK İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
3. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Ürün Karı		X								Rafların Karlılığı ve Verimliliği

MARKA DEĞERİ ALT KRİTERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MARKA DEĞERİ İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
1. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Pazar Payına Hakimiyet	x									Müşteri şikayet ve talepleri

MARKA DEĞERİ İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
2. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Pazar Payına Hakimiyet		X								Müşteri şikayet ve talepleri

MARKA DEĞERİ İÇİN ALT KRİTER İKİLİ KARŞILAŞTIRMASI										
3. DEĞERLENDİRİCİ										
ANA KRİTERLER	Mutlak önemli	Çok önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok önemli	Mutlak önemli	ANA KRİTERLER
Pazar Payına Hakimiyet	x									Müşteri şikayet ve talepleri

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yasin TOPKARCI
Doğum Tarihi ve Yeri : 28.06.1988 – İsviçre / Solothurn
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : yasintopkarci@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	End. Mühend.	Sakarya Üniversitesi	2011
Lise	Yabancı Dil Ağırlıklı	Osman Ülkümen Lisesi	2006

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2012	-	Ürün Yöneticisi