



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**FİKİR ÖNERİ SİSTEMLERİNİN TASARLANMASINDA PİSAGOR BULANIK
AHP İLE BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ ARALIK DEĞERLİ PİSAGOR BULANIK
QFD YAKLAŞIMININ KULLANILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve YILMAZ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

ŞUBAT 2024

T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FİKİR ÖNERİ SİSTEMLERİNİN TASARLANMASINDA PİSAGOR BULANIK
AHP İLE BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ ARALIK DEĞERLİ PİSAGOR BULANIK
QFD YAKLAŞIMININ KULLANILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve Yılmaz
(21435025009)
ORCID: 0000-0002-1236-355X

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aytaç YILDIZ
ORCID: 0000-0002-0729-633X

ŞUBAT 2024

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 21435025009 numaralı Yüksek Lisans / Öğrencisi Merve YILMAZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “FİKİR ÖNERİ SİSTEMLERİNİN TASARLANMASINDA PİSAGOR BULANIK AHP İLE BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ ARALIK DEĞERLİ PİSAGOR BULANIK QFD YAKLAŞIMININ KULLANILMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Aytaç YILDIZ**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Hilal YILMAZ**
Bursa Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ali Yurdun ORBAK
Bursa Uludağ Üniversitesi

Teslim Tarihi :
Savunma Tarihi : 06.02.2024



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Merve YILMAZ

İmzası :

ÖNSÖZ

Tez sürecim boyunca bana yol gösteren, sürekli desteği, sabrı, değerli rehberliği ve engin bilgisini cömertçe paylaştığı için saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Aytaç YILDIZ'a, koşulsuz sevgi, güven ve destekleriyle hayatımın her anında yanımda olduklarını hissettiren çok kıymetli aileme, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 2024

Merve Yılmaz
(Endüstri Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	viii
SEMBOLLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. İNOVASYON	3
2.1 İnovasyon Türleri	4
2.1.1 Ürün inovasyonu	5
2.1.2 Süreç inovasyonu	5
2.1.3 Pazarlama inovasyonu	5
2.1.4 Organizasyonel inovasyon	6
2.2 İnovasyon Süreci	6
3. FİKİR ÖNERİ SİSTEMLERİ	9
4. MATERYAL VE YÖNTEM	14
4.1 Bulanık Küme	14
4.2 Pisagor Bulanık Kümeler	15
4.3 Pisagor Bulanık AHP	20
4.4 Kalite Fonksiyon Göçerimi	25
4.5 Aralık Değerli Pisagor Bulanık QFD	29
5. UYGULAMA	37
5.1 Problem Tanımı	37
5.2 PF-AHP Yöntemi Kullanılarak Fikir Öneri Sistemi Müşteri İsteklerinin Önceliklendirilmesi	37
5.3 Aralık Değerli Pisagor Bulanık QFD Yöntemi Kullanılarak Fikir Öneri Sistemi Teknik Gereksinimlerinin Önceliklendirilmesi	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	71

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyeaşı Prosesi
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
CE	: Eşzamanlı Mühendislik
CI	: Tutarlılık İndeksi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
CR	: Tutarlılık Oranı
EC	: Mühendislik Karakteristikleri
HoQ	: House of Quality-Kalite Evi
IFS	: Sezgisel Bulanık Kümeler
IVIF	: Aralık Değerli Sezgisel Bulanık
IVPF-AHP	: Aralık Değerli Pisagor Bulanık Analitik Hiyeaşı Prosesi
IVPFN	: Aralık Değerli Pisagor Bulanık Sayılar
IVPF-QFD	: Aralık Değerli Pisagor Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi
Mİ	: Müşteri İhtiyaçları
PF-AHP	: Pisagor Bulanık Analitik Hiyeaşı Prosesi
PFS	: Pisagor Bulanık Kümeler
QFD	: Kalite Fonksiyon Göçerimi
TG	: Teknik Gereksinimler
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
VoC	: Müşterinin Sesi

SEMBOLLER

μ_L, μ_U	: Üyelik derecesinin alt ve üst puanları
ν_L, ν_U	: Üye olmama derecesinin alt ve üst puanları
π_L, π_V	: Tereddüt derecesinin alt ve üst noktaları
w_i	: Önem ağırlıkları



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Dilsel değişkenlerin tanımları ve PF ölçekleri.	22
Çizelge 4.2 : Kriterlerin ağırlıkları için dilsel ve karşılık gelen sayısal ölçek.	30
Çizelge 4.3 : IVPF korelasyon ölçeği.	32
Çizelge 5.1 : Çalışma kapsamında belirlenen fikir öneri sistemleri için müşteri istekleri.	38
Çizelge 5.2 : Fikir öneri sistemleri müşteri isteklerinin ikili karşılaştırma matrisi. ..	39
Çizelge 5.3 : Üyelik ve üye olmama fonksiyonlarının alt noktaları arasındaki fark matrisi.	40
Çizelge 5.4 : Üyelik ve üye olmama fonksiyonlarının üst noktaları arasındaki fark matrisi.	41
Çizelge 5.5 : Alt noktaların çarpım matrisi.	43
Çizelge 5.6 : Üst noktaların çarpımsal matrisi.	44
Çizelge 5.7 : Kriterlerin tereddüt dereceleri.	45
Çizelge 5.8 : Normalleştirilmemiş ağırlıklar.	46
Çizelge 5.9 : Müşteri isteklerinin önem ağırlığı ve sıralaması.	47
Çizelge 5.10 : Seçilen Mİ'lerin tanımları ve önem dereceleri	48
Çizelge 5.11 : Uzman görüşleri sonucunda belirlenen TG'ler.	48
Çizelge 5.12 : TG'ler, iyileştirme yönleri ve ilişki matrisi.	49
Çizelge 5.13 : TG'lerin organizasyonel zorlukları.	50
Çizelge 5.14 : İlişki matrisinin ve organizasyonel zorlukların IVPF değerleri.	51
Çizelge 5.15 : Korelasyon etki faktörü hesaplamaları.	54
Çizelge 5.16 : Göreli örgütsel zorlukların hesaplanması.	55
Çizelge 5.17 : IE 'ler ile R 'lerin çarpımı.	56
Çizelge 5.18 : Mutlak önem ve bağıl mutlak önem değerleri ve sıralaması.	56

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Kruger'e (2005) göre inovasyon süreci adımları.....	7
Şekil 4.1 : Pisagor ve sezgisel üyelik derecelerinin karşılaştırma uzayı.....	17
Şekil 4.2 : PFS'lerin gelişimi ve klasik bulanık kümelerin uzantıları.	18
Şekil 4.3 : QFD kalite evleri.	28
Şekil 4.4 : Mİ'ler ve dilsel müşteri önem dereceleri.	30
Şekil 4.5 : TG'ler, gelişim yönleri ve ilişki matrisi.	31
Şekil 4.6 : TG'lerin organizasyonel zorluğu.	31
Şekil 4.7 : TG'lerin hedef değerleri.....	32
Şekil 4.8 : Korelasyon matrisi.....	33
Şekil 4.9 : Şirketin konumunu gösteren skala.....	35
Şekil 5.1 : TG'lerin korelasyon matrisi.....	52
Şekil 5.2 : Korelasyon matrisinin IVPF değerleri.....	53

FİKİR ÖNERİ SİSTEMLERİNİN TASARLANMASINDA PİSAGOR BULANIK AHP İLE BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ ARALIK DEĞERLİ PİSAGOR BULANIK QFD YAKLAŞIMININ KULLANILMASI

ÖZET

İnovasyon, yeni fikirlerin üretilmesi, geliştirilmesi ve uygulanarak bir değere dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. İşletmelerin günümüz rekabetçi ortamında hayatta kalabilmeleri ve büyüebilmeleri için tüm süreçlerinde inovasyon yapmaları hayati önem taşımaktadır. İnovasyon yapmak için ise önemli bir fikir kaynağı olan başta çalışanlar olmak üzere tüm paydaşların (tedarikçiler, müşteriler vb.) fikirleri toplanmalıdır. Bu noktada tüm paydaşların fikirlerinin toplanması ve değerlendirilmesi sürecinde kullanılan fikir öneri sistemleri devreye girmektedir. Ancak, bu sistemlerden maksimum derecede faydalanmak için kullanımı kolay, yalın ve fonksiyonel bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu çalışmada, inovasyon sistemlerinin vazgeçilmez bir unsuru olan fikir öneri sistemlerinin kullanımı kolay, yalın ve fonksiyonel olarak tasarlanması için belirsizlikleri önemli ölçüde ortadan kaldıran ve pisagor bulanık kümeleri kullanan Pisagor bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Pythagorean Fuzzy Analytical Hierarchy Process PF-AHP) ile bütünleştirilmiş aralık değerli Pisagor bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi (Interval Valued Pythagorean Fuzzy Quality Function Deployment IVPF-QFD) yaklaşımının kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada, ilk olarak literatür ve işletmelerin görüşleri doğrultusunda belirlenen fikir öneri sistemi müşteri isteklerinin önem ağırlıkları, PF-AHP yöntemi ile belirlenmiştir. Daha sonra, bu önem ağırlıkları IVPF-QFD yönteminde kullanılarak müşteri isteklerini karşılayacak olan teknik gereksinimlerinin önem sıralaması elde edilmiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuca göre müşterilerin fikir öneri sistemlerinden talep ettikleri en önemli özellik “şirketin mevcut sistem ve teknoloji altyapısına uygun bir şekilde diğer uygulamalara (İK, ERP vb.) entegre edilebilme” olurken, teknik gereksinimler açısından “kullanıcı yönetimi” en kritik unsur olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın fikir öneri sistemlerinin tasarlanmasında pisagor bulanık kümeleri kullanan ilk çalışma olma özelliğinden dolayı bu sistemleri kullanmak isteyen araştırmacılar ve işletmeler için bir rehber olması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: Aralık değerli pisagor bulanık QFD, Bulanık mantık, Fikir öneri sistemleri, İnovasyon, Pisagor bulanık AHP.

USING INTERVAL VALUED PYTHAGOREAN FUZZY QFD APPROACH INTEGRATED WITH PYTHAGOREAN FUZZY AHP IN DESIGNING IDEA SUGGESTION SYSTEMS

SUMMARY

Innovation is defined as the generation, development and implementation of new ideas and their transformation into value. It is vital for businesses to innovate in all their processes in order to survive and grow in today's competitive environment. In order to innovate, the ideas of all stakeholders (suppliers, customers, etc.), especially employees, who are an important source of ideas, should be collected. At this point, idea suggestion systems used in the process of collecting and evaluating the ideas of all stakeholders come into play. However, in order to benefit from these systems to the maximum extent, they must be designed in an easy-to-use, simple and functional way. In this study, it is aimed to use the interval-valued Pythagorean fuzzy Quality Function Deployment approach integrated with the Pythagorean fuzzy Analytic Hierarchy Process, which significantly eliminates uncertainties and uses Pythagorean fuzzy sets, in order to design easy-to-use, simple and functional idea suggestion systems, which are an indispensable element of innovation systems. In the study, firstly, the importance weights of customer requests in the idea suggestion system, which were determined in line with the literature and the opinions of the businesses, were determined by the PF-AHP method. Then, these importance weights were used in the IVPF-QFD method to obtain the importance ranking of the technical requirements that will meet customer demands. According to the results obtained from the study, the most important feature that customers demand from idea suggestion systems is “the ability to be integrated into other applications (HR, ERP, etc.) in accordance with the company's existing system and technology infrastructure”, while “user management” is the most critical element in terms of technical requirements. has been determined. Since the study is the first to use Pythagorean fuzzy sets in designing idea suggestion systems, it is aimed to be a guide for researchers and businesses who want to use these systems.

Keywords: Fuzzy logic, Idea suggestion systems, Innovation, Interval valued Pythagorean fuzzy QFD, Pythagorean fuzzy AHP.

1. GİRİŞ

İşletmelerin rekabet güçlerini artırmak için fiyat liderliğinde çabalayabilecekleri veya bir farklılaşma stratejisi geliştirebilecekleri çeşitli seçenekleri vardır. Farklılaşma stratejisi için çabalayan şirketler, rakipleri arasında benzersiz ayırt edici özellikler geliştirmek için yenilikçi bir ürün veya hizmete ihtiyaç duyar. Bu nedenle sürekli yenilik yapmak işletmelerin çoğunluğu için en önemli önceliktir. Yenilik; bireyler, ekipler ve kuruluşlar tarafından yeni ve faydalı fikirlerin geliştirilmesi ve uygulamaya kasıtlı olarak dâhil edilmesi olarak tanımlanmıştır (Cropley ve diğ, 2011). Ticari olarak uygulanabilir yenilikler, toplam üretkenliği artırmaya yardımcı olarak küresel pazarlarda hem başarının temel yapı taşı hem de gelişmiş ve sanayileşmekte olan ekonomilerdeki büyümenin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Yenilik, organizasyonların yapısını değiştirmekte ve yeteneklerini geliştirmektedir (Yusuf, 2009). Dilimizde yenilik ya da yenileşim olarak adlandırılan inovasyon ise yeni fikirlerin üretilmesi, geliştirilmesi ve uygulanarak bir değere dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır. İşletmelerin günümüz rekabetçi ortamında hayatta kalabilmeleri ve büyüebilmeleri için tüm süreçlerinde inovasyon yapmaları hayati önem taşımaktadır. İşletme yönetiminin teknik ve sosyal-teknik girişimlerinin geliştirilmesi, tanıtılması ve duruma göre uygulanması inovasyon ile ilgilidir. Bu nedenle inovasyon yönetimi, inovasyonla ilgili kararları ve inovasyon süreçlerinin geliştirilmesini içermektedir. İnovasyonun stratejik ve hedefe yönelik yönetimi, başarısızlık olasılığını azaltmak için esastır (Brem ve Voigt, 2007). İnovasyon olgusunu anlamının merkezinde yapılar değil eylemler yatar (Van ve diğ, 2013). Bu yüzden, inovasyon için önemli bir fikir kaynağı olan başta çalışanlar olmak üzere tüm paydaşların (tedarikçiler, müşteriler vb.) fikirleri değerlendirilmelidir. Yeni fikirlerin ortaya çıkması, inovasyon için gerekli ancak yetersiz bir koşuldur. Fikir yönetimi uzun, karmaşık ve oldukça stratejik bir süreçtir. Yeniliği hızlandırmak, geliştirmek ve önünü açmak günümüz şirketlerinde karşılaşılan temel yönetim zorluğudur. Fikrin yaratıcı kıvılcımdan başlayan dönüşümü, fikrin potansiyel değerini açıkça belirlemek, gerçekleştirmek ve çıkarmak için zamana, kaynaklara ve çabalara yatırım gerektirir. Ancak hangi yaklaşımın en iyi yatırım getirisini sağlayacağına karar vermek her zaman kolay değildir. Bu dönüşüm

aşamasına hâkim olmak, kuruluşa önemli bir rekabet avantajı sağlar (Cohendet ve Simon, 2015). Bu noktada tüm paydaşların fikirlerinin toplanması ve değerlendirilmesi sürecinde kullanılan, kalabalığın bilgeliğinden yararlanmaya olanak tanıyan fikir öneri sistemleri devreye girmektedir. Ancak, bu sistemlerden maksimum derecede faydalanmak için kullanımı kolay, yalın ve fonksiyonel bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Çalışan güdümlü fikir yönetimi platformları, inovasyon fikirleri havuzlarını oluşturur. Ancak yöneticiler, bu platformları iş değeri yaratacak şekilde dağıtırken önemli zorluklarla karşılaşmaktadır (Benbya ve Leidner, 2018). Bu bağlamda, inovasyon yönetimine yönelik yerleşik yaklaşımlar ve metodolojiler artık yeterli olmamaktadır (Brem ve Voigt, 2007). Üretim sürecini iyileştirmek için toplam kalite yönetimi (TKY) ve modern üretim sistemleri hakkında çalışmalar olmasına rağmen, öneri sistemlerine çok az odaklanılmıştır.

Bu yüzden bu çalışmada, inovasyon sistemlerinin vazgeçilmez bir unsuru olan fikir öneri sistemlerinin kullanımı kolay, yalın ve fonksiyonel olarak tasarlanmasında kullanılacak olan en önemli müşteri ve teknik gereksinimlerinin belirlenmesi için belirsizlikleri önemli ölçüde ortadan kaldıran ve pisagor bulanık kümeleri kullanan Pisagor bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Pythagorean Fuzzy Analytical Hierarchy Process PF-AHP) ile bütünleştirilmiş aralık değerli Pisagor bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi (Interval Valued Pythagorean Fuzzy Quality Function Deployment-IVPF-QFD) yönteminin kullanılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde inovasyon ve inovasyon türleri anlatılmış, üçüncü bölümde fikir öneri sistemleri açıklanmış, dördüncü bölümde tezde kullanılan materyal ve yöntemler açıklanmıştır. Beşinci bölümde çalışmadan elde edilen bulgulara yer verilmiş ve son bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. İNOVASYON

İnovasyon, birey veya başka bir benimseme birimi tarafından yeni olarak algılanan bir fikir, uygulama veya nesne, bir fırsatı yeni fikirlere dönüştürme ve uygulamada yaygın olarak kullanılma süreci olarak tanımlanır. Bu nedenle, inovasyonun ekipmanlar, ürünler, hizmetler, süreçler, politikalar ve projeler dâhil olmak üzere organizasyonlar için yeni olan herhangi bir uygulama olduğu sonucuna varılır (Zawawi ve diğ, 2016). İnovasyon, ekonomik değişimlere hızlı tepki verme ve rekabet avantajı kazanma yeteneğini artırmaya katkıda bulunan yeni fikirlerin üretilmesi, geliştirilmesi ve uygulanması olarak da tanımlanmaktadır (BosNehles ve diğ, 2017). İnovasyon, ekonomik büyümenin temelidir. Örgütsel performansı, başarıyı ve uzun vadeli hayatta kalmayı artırmak için önemli bir kaynak haline gelmiştir (Velthof, 2021). Pazara yeni ürünler sunarak, üretim süreçlerini yeniden tasarlayarak veya organizasyonel uygulamaları yeniden yapılandırarak ekonomik değer yaratma yeteneği firmalar, endüstriler ve ülkeler için rekabet avantajı ve büyüme için kritik öneme sahiptir (Feldman, 2004). İnovasyon, genel olarak, bir firma içindeki organizasyonel yapılara, süreçlere, ürünlere ve hizmetlere gömülü olan rekabet gücünün temel bir bileşeni olarak görülmektedir (Gunday ve diğ, 2011). İşletmelerin ürün, hizmet veya bunları oluşturan süreçler gibi başarılı inovasyonlar geliştirme yeteneği, dinamik iş ortamında rekabetçi kalabilmeleri ve uzun vadeli performansları için giderek daha önemli hale geldiği için kurumsal stratejilerin vazgeçilmez bir bileşenini oluşturmaktadır (Fairbank ve Williams, 2001; Verdinejad ve diğ, 2010; Gunday ve diğ, 2011; Lasrado, 2012).

İnovasyonun iki temel kriteri yenilik ve değerdir. Yenilik, benimseyen kuruluş için ekonomik değer yaratmalıdır (Velthof, 2021). Firmalarda inovasyon, ister ürünler, isterse süreçler, hizmetler, pazarlama sistemi veya yönetim için kullanılmış olsun firmalar için fikirlerin uygulanmasıdır (Tohidi ve Jabbari, 2012). İnovasyon bilinmeyene doğru bir arayıştır (Teece, 1996). Bu yüzden, karmaşıktır, belirsizdir, biraz düzensizdir ve birçok türden değişikliğe tabidir. Ekonomik, teknolojik ve diğer tür kısıtlamaları aynı anda karşılamak için yeterli teknik bilgi ve mükemmel piyasa

yargısının yakın koordinasyonunu gerektirdiğinden inovasyonu ölçmek zordur. İnovasyon süreci, sadece donanımın değil, aynı zamanda pazar ortamının, üretim tesislerinin ve bilginin ve organizasyonunun sosyal bağlamlarının da eksiksiz bir sisteminde bir dizi değişiklik olarak görülmelidir. İnovasyonun etkilerini ölçmek zordur, tek ve basit bir boyutu yoktur. Daha ziyade, çeşitli faaliyetleri kapsayan birçok boyut türü vardır. İnovasyon yeni bir ürün olarak düşünülebilir ama aynı zamanda yeni bir üretim süreci, belirli bir görev için yeni geliştirilmiş daha ucuz bir malzemenin esasen değiştirilmemiş bir üründe ikame edilmesi, verimlilik artışına, daha düşük maliyetlere yol açan üretimin düzenlenmesi, yenilik yapma araçları veya yöntemlerinde bir gelişme olarak ele almak gerekir (Kline ve Rosenberg, 2010).

2.1 İnovasyon Türleri

Yeni ürünün gereksinimlerini ve üretim süreçlerini, pazar ihtiyaçlarını ve tüm bu faaliyetleri etkin bir şekilde desteklemeye devam edebilecek bir organizasyonu sürdürme ihtiyacını dengeleyen bir tasarım gerektiren başarılı inovasyon, neredeyse her zaman birçok talebin ve arzunun aynı anda optimizasyonu ile ilgilenir. Eğer teknolojik bir gelişme önemli bir ekonomik etkiye sahip olacaksa, nihai kullanıcıların ihtiyaç ve zevkleriyle yakından eşleşecek tasarım özelliklerini birleştirmeli ve bunları, maliyet üzerindeki temel kısıtlamalara tabi olarak gerçekleştirmelidir. Ticari başarı, ya mevcut ikamelerin altında olan maliyet seviyelerinin elde edilmesine ya da daha düşük performanslı ikamelere kıyasla en azından aşırı derecede pahalı olmayan bir maliyetle üstün bir ürünün yaratılmasına dayanır. Daha yüksek performans genellikle daha yüksek bir fiyata elde edilebilir. Bununla birlikte, bir firmanın hedeflemesi gereken fiyat ve performansın en uygun kombinasyonunu seçmek, piyasa koşulları hakkında hatırı sayılır bir bilgi birikiminin yanı sıra zamanlama ile ilgili kararlar alırken yüksek bir ticari muhakeme düzeni gerektirir. Başarı, yalnızca doğru maliyet ve performans kombinasyonunu seçmeyi değil, aynı zamanda ürünün tanıtımı için doğru zamanın ne zaman olduğuna karar vermeyi de gerektirir (Kline ve Rosenberg, 2010). Bu anlamda inovasyon, bir süreç olduğu kadar bir olay, yeni bir şeyin iş dünyasına tanıtılması olarak da görülebilir. İnovasyon bir terim olarak sadece ürünler ve süreçlerle değil, aynı zamanda pazarlama ve organizasyonla da ilgilidir. İnovasyonlar, yeni ürünler, yeni üretim yöntemleri, yeni tedarik kaynakları, yeni pazarlar ve işi organize etmenin yeni yolları olmak üzere farklı türler altında sınıflandırılmıştır (Fagerberg, 2004).

Birçok ülkede geçerliliği bulunan OECD Oslo Kılavuzunda (2005) ise ürün inovasyonu, süreç inovasyonu, pazarlama inovasyonu ve organizasyonel inovasyon olarak dört tür inovasyon ayrımı yapılmaktadır. Aşağıda bu inovasyon türleri kısaca açıklanmıştır.

2.1.1 Ürün inovasyonu

Ürün inovasyonu teknik özelliklerde, bileşenlerde ve malzemelerde, birleştirilmiş yazılımda, kullanıcı kolaylığında veya diğer işlevsel özelliklerde önemli iyileştirmeler dâhil olmak üzere özellikleri veya amaçlanan kullanımları açısından yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş iyi bir ürünün sunulması olarak tanımlanır (OECD Oslo Kılavuzu, 2005). Bahsedilen ürün kavramı hem malları hem de hizmetleri kapsamaktadır. Ürün inovasyonu gelişen teknolojiler, değişen müşteri ihtiyaçları, kısalan ürün yaşam döngüleri ve artan küresel rekabet tarafından yönlendirilen zorlu bir süreç olduğundan işletme içinde ve işletmenin müşterileri ve tedarikçileri arasında güçlü bir etkileşim içermelidir (Gunday ve diğ, 2011). Ürün inovasyonu, inovasyon sürecinin en görünür tezahürüdür. Pazar tarafından tüketilen ürünler, inovasyon sürecinin veya eyleminin görünür izlerini temsil eder (Doğan, 2017).

2.1.2 Süreç inovasyonu

Süreç inovasyonu, bir işletmenin organizasyon faaliyetlerini yeni bir şekilde yürütmek anlamına gelir ve belirli değişim araçlarının kullanımını ve iş süreçlerinin dönüşümünü ifade eder (Scafuto ve diğ, 2018). Bir süreç inovasyonu yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir üretim veya teslimat yönteminin gerçekleştirilmesi olarak da ifade edilir (OECD Oslo Kılavuzu, 2005).

Süreç inovasyonlarının amacı, üretim veya işletme maliyetlerini azaltan destekleyici stratejiler aracılığıyla rekabet avantajı oluşturmaktır. Süreç inovasyonu, operasyonel maliyetleri düşürür, süreçlere harcanan zamanı azaltır, işin daha etkin ve sistematik bir şekilde ölçülmesine, şirketin müşteri hizmetlerini iyileştirmesine izin verir, ekip çalışmasını ve şirketin farklı alanlarının entegrasyonunu geliştirir (Scafuto ve diğ, 2018).

2.1.3 Pazarlama inovasyonu

Pazarlama inovasyonu ürün tasarımı veya ambalajlaması, ürün konumlandırması, ürün tanıtımı veya fiyatlandırmasında önemli değişiklikleri kapsayan yeni bir pazarlama

yöntemidir (OECD Oslo Kılavuzu, 2005). Pazarlama inovasyonu, müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılamayı, yeni pazarlar açmayı veya firmanın satışlarını artırmak amacıyla bir firmanın ürününü pazarda konumlandırmayı hedefler. Pazarlama yenilikleri, fiyatlandırma stratejileri, ürün paketi tasarım özellikleri, ürün yerleştirme ve promosyon faaliyetleri ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (Gunday ve diğ, 2011).

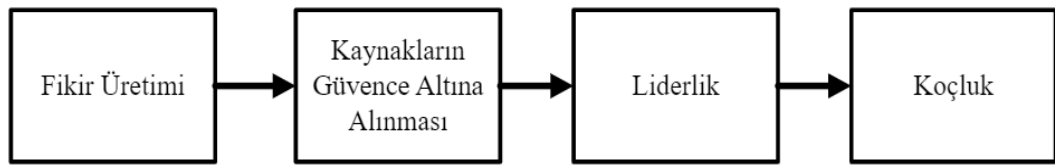
2.1.4 Organizasyonel inovasyon

Organizasyonel inovasyon, firmanın ticari uygulamalarında, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerinde yeni bir organizasyonel yöntem uygulanmasıdır (OECD Oslo Kılavuzu, 2005). Bu inovasyon türü, idari ve işlem maliyetlerini azaltarak, işyeri memnuniyetini (ve dolayısıyla işgücü verimliliğini) artırarak, ticarete konu olmayan varlıklara (kodlanmamış dış bilgi gibi) erişim sağlayarak veya tedarik maliyetlerini azaltarak firma performansını artırma eğilimindedir. Organizasyonel inovasyon, ekip çalışmasını, bilgi paylaşımını, koordinasyonu, işbirliğini, öğrenmeyi ve yenilikçiliği teşvik etmek için örgütsel rutinleri, prosedürleri, mekanizmaları, sistemleri vb. yenilemeye yönelik tüm idari çabalarla güçlü bir şekilde ilişkilidir (Gunday ve diğ, 2011).

2.2 İnovasyon Süreci

Yeni bir fikrin veya teknolojik buluşun pazarlanabilir bir ürün veya sürece dönüştürülmesine inovasyon süreci denir (Kruger, 2005). Bir icadı inovasyona dönüştürebilmek için, normalde birkaç farklı bilgi, yetenek, beceri ve kaynağı birleştirmek gerekir. İnovasyon süreci yenilikçi fikirlerin üretilmesi, değerlendirilmesi, yeniliğin oluşturulması ve uygulanmasını amaçlayan faaliyetler dizisidir. İhtiyaç veya memnuniyetsizlik, inovasyon sürecinin ana tetikleyicisi olarak algılanmaktadır. İnovasyon süreci, sürecin sürekli iyileştirilmesine katkıda bulunması gereken öğrenme unsurunu da hesaba katar (Lendel ve diğ, 2015). İnovasyon süreci Sattler (2011)'e göre fikir üretimi, fikirlerin gerçekleştirilmesi ve fikirlerin ticarileşmesi olmak üzere temelde üç aşamadan oluşur. Ancak inovasyon sürecinin adımları detaylandırılabilir (Kruger, 2005). İnovasyon sürecinin ilk aşaması, sorunlara yönelik çözümlerin geliştirilmesini ve fırsatların belirlenmesini içeren fikir üretimidir. İkinci aşama, fikirlerin organizasyondaki diğer kişilere satılmasını ve fikirlerin yürütülmesi için kaynakların güvence altına alınmasını içerir. Proje liderliği yoluyla

uygulama, proje hedeflerinin mevcut kaynaklar ve organizasyonel ihtiyaçlarla dengelendiği sürecin üçüncü aşamasıdır. Bu aşama, ekiplere liderlik etme, projeleri planlama ve organize etme ve proje hedeflerini mevcut kaynaklar ve organizasyonel ihtiyaçlarla dengeleme gibi faaliyetleri kapsar. Kuruluş dışındaki etkileri izlemeyi gerektiren bu aşama, buluşun korunmasını, bilginin dağıtımını ve organizasyon dışındaki etkilerin izlenmesini içerir. Son aşaması ise ekip üyelerini cesaretlendirmek ve onlara yardım etmekten oluşan koçluk aşamasıdır. Bu aşama, yönetim tarafından olduğu kadar ekip üyeleri tarafından da destek, akıl hocalığı ve cesaretlendirmeyi gerektirir (Kruger, 2005).



Şekil 2.1 : Kruger'e (2005) göre inovasyon süreci adımları.

Çeşitli yönetim fonksiyonlarının (planlama, organize etme, insanları yönlendirme ve kontrol etme) doğru kullanımı açısından inovasyon süreci etkin bir şekilde yönetilmelidir. Bu süreçte iletişim önemli bir rol oynamaktadır. İnovasyon süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için inovasyon süreçlerinin yönetimini etkileyen alanlarda bazı sonuçların raporlanması gerekmektedir. Bu nedenle, ilk adımda şirketteki mevcut inovasyon süreç yönetimi seviyesinin belirlenmesi, ardından zayıf yönlerin keşfedilmesi ve iyileştirilmesi için önerilerde bulunulması gerekir. Şirkette inovasyon süreç yönetiminin değerlendirilmesi için uygun bir metodolojinin oluşturulması gerekmektedir. Bir diğer inovasyon yetkinliği de şirket yönetiminin yaratıcı insan potansiyelini desteklemesi gerektiğidir. Bu, çalışanların yenilik sürecini sağlamak için becerilerini ve yeteneklerini tam olarak nasıl kullanacakları anlamına gelir (Lendel ve diğ, 2015).

İnovasyon olgusunun kendisi yeni değildir. Ancak günümüzde inovasyonun toplumlar ve işyerleri için bir zorunluluk olduğu yenidir. Yeniliklerin önemi, endüstrileri kökten değiştirebilen yeni ürünlerden üretim süreçlerinde israfı azaltan kademeli iyileştirmelere kadar uzanmaktadır. Sınırların artık geçerli olmadığı, bilgiye, uzmanlığa ve teknolojiye erişimin çok ileri düzeyde olduğu sınırsız bir dünyada yenilik bir lüks olmaktan çıkıp bir zorunluluk haline gelmiştir. Makineler yenilik yapmaz, insanlar yapar. İster radikal ister artımlı olsun, her yeniliğin temelinde insan

yaratıcılığını bulmak kaçınılmazdır. Yaratıcılık temelde bir insan yeteneğidir. Ancak tüm çalışanların eşit derecede yaratıcı olduğu anlamına gelmez, bazı çalışanlar diğerlerinden daha yaratıcı düşünmeye eğilimlidir (Fairbank ve Williams 2001). Bununla birlikte, her çalışan, işvereni için değerli yenilikler üretebilecek yaratıcı fikirler üretme potansiyeline sahiptir. Yöneticiler, yaratıcılığı kullanmak için onu yakalayabilmeli, onu ilgili problemlere ve fırsatlara uygulayabilmeli ve nihayetinde onu değerli yeniliklere dönüştürebilmelidir (Fairbank ve Williams 2001). Bunu başarmak için ise fikirlerin toplandığı ve değerlendirildiği fikir öneri sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.



3. FİKİR ÖNERİ SİSTEMLERİ

İnovasyon, değer yaratmak için yeni fikirleri hayata geçirmektir. Ancak harika bir fikre sahip olmak tek başına yeterli değildir, onu hayata geçirmek de gerekir. Hayata geçirilmeyen ve değer yaratmayan şey yenilik değildir. İnovasyonu tanımlarken dikkate alınması gereken, sıralı olmayan ancak birbirini besleyen üç temel bileşen vardır: fikir üretme, fikir seçimi, uygulama ve yayma. Yenilikçi bir organizasyon olmak için üçünü de iyi yapmak kaçınılmazdır. Hepsinin merkezinde insanlar ve süreçler bulunmaktadır. Özellikle sahip olmamız gereken bir süreç, inovasyonu organizasyonun stratejisine entegre etmektir. Fikir yönetimi, harika fikirlere sahip olmaktan daha fazlasıdır. Fikir üretmeyi, fikir seçimini ve fikir yayılımını yönetmek harika bir fikre sahip olmayı yönetmekten daha kolaydır. İnovasyonu bu şekilde ele almak, onu nasıl yönetileceğini öğrenmenin ilk adımıdır. İnovasyon sürecinin sadece yeni ürünler yaratmakla kalmayıp fikirleri de yönetmesi gerekir (Gronum ve diğ, 2012). Bu fikirleri yönetmek için kullanılan fikir öneri sistemleri daha yenilikçi olmak isteyen kuruluşlar için çok önemli bir rol oynayan çalışan katılım aracının en eski biçimlerinden biridir (Lasrado ve diğ, 2015). Verimliliğin nasıl artırılacağına ilişkin öneriler, modern üretim sistemlerinin (örneğin, yalın üretim veya toplam kalite iyileştirme programları) önemli özelliklerini oluşturmaktadır (Frese ve diğ, 1999). Başarının anahtarı olarak sürekli iyileştirme, çalışanların gerçekleştirilen süreçlerde iyileştirme eylemlerine katılmasını gerektirir. Çalışanlar genellikle doğal olarak işleri kolaylaştırmak ve hızlandırmak için süreçlerini düzene sokma eğilimindedir. Çalışanların fikirlerini iş arkadaşlarıyla paylaşabilmeleri için birçok işletme bir çalışan öneri programı uygulamaktadır. Çalışan öneri programı, her çalışan tarafından her yerde her gün takip edilen sürekli iyileştirme kavramının bir parçası olarak bilinir (Szczeponiak ve Trojanowska 2020).

En klasik öneri sistemi olan öneri kutusu, çalışanların zihinlerinden fikirleri almak için kullanılır. Bir sonraki adım olan sermayeleştirme, bu fikirlerin yeniliklere aktarılmasını içerir. Bunlar ürün, hizmet, süreç veya organizasyonel yenilikler olabilir. Firmada bilgi gelişimi ve yayılımı açısından, öneri sistemleri “bilgi komisyonculuğu

döngüsünün” ilk bölümü olan iyi fikirleri yakalamayı amaçlar. Öneri sistemleri, yenilikçi firmalarda girişimci ruh için önemli bir destek olarak kabul edilir (Lasrado, 2012). Ekvall (1971) öneri sistemini, çalışanların fikirlerinin toplanması, değerlendirilmesi ve tanzim edilmesi için idari bir prosedür olarak tanımlamıştır.

Fikir öneri sistemleri, çalışanların yaratıcı fikirlerini ortaya çıkarmak için organizasyonda kullanılan önemli bir araçtır. Çalışanları çalıştıkları organizasyonu geliştirmek için yapıcı fikirlere katkıda bulunmaya teşvik eden resmi bir mekanizma olarak tanımlanır (Verdinejad ve diğ, 2010; Lasrado ve diğ, 2015). Öneri sistemleri, çalışanlardan gelen önerileri alır, sınıflandırır ve değerlendirme için uzmanlara gönderir. Bundan sonra öneri kabul edilebilir ve bu durumda öneride bulunan kişi ödüllendirilir. Ancak bir öneri reddedilse bile, öneride bulunan kişi yine de simgesel bir hediye ile ödüllendirilebilir (Lasrado, 2012). Bu bakımdan, öneri sistemleri yaratıcılığı teşvik eden, kullanılmayan fikir rezervlerini ortaya çıkaran ve hem ürün hem de süreç yeniliklerini besleyen, iyileştirmeyi tetikleyen, süreç etkinliğini artıran, para tasarrufu sağlayan veya yeni gelir elde edilmesine yardımcı olan bir mekanizma veya araçtır (Lasrado ve diğ, 2015). Sistem, çalışan fikirlerinin sorunsuz ve adil bir şekilde ele alınmasını sağlayan bir dizi prosedür olarak görülmektedir (Hartman, 2008). Öneri sistemleri, çalışanların yanı sıra tedarikçi, müşteri ve diğer paydaşların yaratıcı fikirlerini ortaya çıkarmak için organizasyonlarda uygulanan kullanışlı bir araçtır (Lasrado, 2012). İşin ve özel süreçlerinin o işi yapan çalışanlar tarafından daha iyi bilindiği bir gerçektir. Bu nedenle, öneri sistemi, tüm çalışan yaratıcılığını kullanarak iş yerinde önerileri toplamak için avantajlı bir yoldur (Darragh-Jeromo, 2005).

Genel öneri sistemi, organizasyon performansını iyileştirmede birey ve ekipleri içeren harika bir mekanizmadır ve hem süreç hem de ürün yeniliği üzerinde güçlü ve önemli bir etkiye sahiptir (Kesting ve Ulhøi, 2010). Herhangi bir çalışan değerli bir yenilikçi fikir kaynağı olabilse de yöneticiler, çalışanların yaratıcı fikirlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan özellikte öneri sistemlerini tasarlamalıdır. Böylelikle, iyi önerilerde bulunma yeteneğine sahip olduğuna inanılan çalışanlar, önerilerde bulunmaya daha yatkın olacaktır (Fairbank ve Williams, 2001).

İyi bir öneri sistemi, iletişimi geliştirmede ve ortak amaç duygusunu teşvik etmede ve güçlendirmede hayati bir rol oynamalıdır. Öneri sistemine katılma görevini kolaylaştırmak, çalışanların başarılı olabileceklerine olan güvenini artırır. Öneri

formunun kullanıcı dostu olması ve çalışanlar arasında işbirliğini kolaylaştırması, öneri sistemine katılmayı kolaylaştırmaktadır. Web sayfalarını veya şirket intranetlerini kullanan öneri sistemleri bu özellikleri kolaylıkla sağlayabilmektedir (Basadur ve diğ, 1992).

Ford (1996), çalışanların öneri sistemlerine daha aktif katılımını artırmak için öneri sistemlerinin; basit, anlaşılır bir elektronik öneri formu kullanan, işbirliğini kolaylaştıran, tüm öneri girdilerini hemen onaylayan, katılımı teşvik eden ve başarılı önerileri duyuran bir yapıda olması gerektiğini savunmuştur. Fairbank ve Williams (2001) iyi önerilerin elde edilmesini sağlamak için fikir öneri sistemlerinin; hızlı, şeffaf ve etkileşimli bir süreç olacak şekilde tasarlanması, tüm önerilere yanıt vermek için bir zaman sınırının olması, etkili bir takip sistemine sahip olması ve öneri gönderenler ile değerlendiricilerin etkileşimini kolaylaştırması gibi özelliklerde olmasını tavsiye etmişlerdir. Ayrıca, katılımı artırmak için fikir sunanlara standart bir ödül yerine çeşitli ödül seçeneklerinin, sabit ödüller yerine orantılı ödüllerin sunulmasını ve önerilen her fikir için en azından bir miktar sembolik veya simgesel ödülleri verilmesini öne sürmüşlerdir.

Öneri sistemleri ile birlikte çalışanlardan yeni fikirlerin alınması ile önemli-önemsiz her önerinin açığa çıkarılması, tüm önerilerin iletilmesi gerekliliğinin yaygınlaştırılması, çalışanların işletme politikasını benimsemeleri, çalışanların yeteneklerinden daha üst seviyede faydalanılmayla yetenek israfının önüne geçilmesi gibi faydalar sağlanabilmektedir (Tekin ve diğ, 2018). Ayrıca öneri sisteminin başarısını engelleyebilecek durumlar da bulunmaktadır. Bunlar temel olarak; iş yükü baskısı, destekleyici olmayan iklim, caydırıcı liderlik, iş arkadaşlarına güvensizlik, iş arkadaşlarının yetersizliği, bütçe sorunları, teknik sorunlar, rekabet, değerlendirmede gecikme, kontrollü denetim, destek eksikliği, değerlendirme korkusu, özgüven eksikliği, organizasyona ve sisteme düşük bağlılık ve katı kurallar olarak belirtilmektedir (Hartmann, 2008).

Bireysel çalışanların sahip olduğu bilgi, ancak çalışanların bireysel bilgilerini kuruluşa fayda sağlayacak şekilde paylaşma ve kullanma motivasyonuna ve fırsatına sahip olması durumunda işletmeye rekabet avantajı sağlayabilir. Bu, çalışanların önerilerini sunabilecekleri, çalışan fikirlerini ortaya çıkaracak bir sistemin gerekli olduğu anlamına gelir. Bu tür sistemlerin temel faydaları, her şeyden önce fikirlerin sayısını ve kalitesini artırır. Bu nedenle, önerilerin sunulması için basit yöntemlerle bir

altyapının geliştirilmesi, öneri sistemlerinin önemli bir yönüdür. Kullanılabilirlik göz önünde bulundurularak tasarlanmış bir öneri sistemi, çalışanlar arasında yeniliği geliştirecek ve dolayısıyla katılımı artıracaktır. Bu nedenle öneri sistemlerinin ustalıkla yönetilmesi ve toplanan fikirlerin hızlı bir şekilde işlenmesi gerekmektedir (Lasrado ve diğ, 2015). Literatürde fikir öneri sistemleri ile ilgili olarak yapılmış çok az çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan önemli olanları aşağıda özetlenmiştir.

Zińczuk (2022) çalışmasında, işyerinde fikir gönderme alışkanlığını geliştirerek problemlerin azaltılmasını, israfın ortadan kaldırılmasını ve şirketin kârını artırmak gibi birçok faydaya sahip bir mobil çalışan öneri sisteminin geliştirilmesini amaçlamıştır.

Ostrowski ve Jagodziński (2021) bir üretim işletmesinde sürekli iyileştirme, kaizen, yalın üretim vb. birçok modern yönetim felsefesinde kullanılan bir araç olan çalışan öneri sistemini incelemişlerdir. İstatistiksel testler kullanılarak, sistemin şirketin farklı departmanlarında aynı şekilde çalışıp çalışmadığı incelenmiştir. Yapılan çalışma, işletmenin doğasının ve organizasyon departmanının çalışan öneri sisteminin performansını önemli ölçüde etkileyen parametreler olduğunu göstermiştir.

Jabeen ve diğ. (2020) çalışmalarında, daha iyi kurumsal performans için Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinde bulunan kamu ve özel kuruluşlarda çalışan öneri sistemlerini etkileyen faktörleri sınıflandırmayı ve önceliklendirmeyi amaçlamıştır. Çalışma, liderlerin/yönetim desteğinin, bireysel özelliklerin ve organizasyon kültürünün, çalışanların bir öneri sistemine katılımını etkileyen temel faktörler olduğunu göstermiştir.

Mehrajunnisa ve Jabeen (2020), Birleşik Arap Emirlikleri merkezli çeşitli işletmelerde çalışan öneri sistemlerini etkileyen faktörleri sıralamak için AHP yöntemini kullanmıştır. Çalışma bulgularına göre liderlik desteği ve yönetim tarzının, bireysel özelliklerin ve kurumsal stratejinin öneri sisteminin performansını etkileyen en önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir.

Szczepaniak ve Trojanowska (2020), ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulanan çalışan öneri sistemini incelemişlerdir. Çalışma sonunda, öneri sisteminin çalışanların fikirlerini çalışma arkadaşlarıyla paylaşmalarını sağladığını göstermiştir.

Lasrado ve diğ. (2015) öneri sisteminin sürdürülebilirliği için kritik olan başarı faktörlerini araştırmayı amaçlamışlardır. Literatür taramasından 32 sürdürülebilirlik değerlendirme göstergesinin bir listesi çıkarılmıştır. Böylece öneri sisteminin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için bir değerlendirme çerçevesi sunmuşlardır.

Marksberry ve diğ. (2014), Toyota'daki çalışan öneri sisteminde ve bir devlet kuruluşunda hangi tür insan kaynakları yönetimi uygulamalarının yaygın olduğunu karşılaştırmak için istatistiksel bir veri madenciliği tekniği kullanmışlardır. Çalışma bulguları, Toyota'nın çalışan öneri programlarına yaklaşımının, yönetimin sorun çözme yükümlülüğünü zayıflatmanın bir yolu olmadığını, bunun yerine yönetimin müdahalesini gerektirmeyen sorunları vurgulamanın başka bir aracı olduğunu göstermektedir.

Charles ve Chucks (2012), Güney Afrika otomotiv parçaları endüstrisinde sürekli iyileştirme için fikir önerilerine çalışanların katılımını işlevsel ve organizasyonel ölçütlerin ne ölçüde etkilediğini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya katılanların çoğu şirketlerinde öneri araçlarının uygulanması ve yönetimi için sistematik bir mekanizmanın bulunmadığını ve bu durumun şirketlerinde maksimum çalışan katılımını ve örgütsel karar alma süreçlerine katılımını olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Neagoe ve Klein (2009), tüm üyelerin motivasyonunu ve yaratıcılığını geliştirmeye yardımcı olan ve her organizasyonun verimlilik artışı için aşağıdan yukarıya bir yaklaşıma yardımcı olan çalışan öneri sistemin hazırlanması ve uygulanması için rehberlik etmeyi amaçlamışlardır. Japon ve Batı ülkelerinin deneyimlerine dayanarak, potansiyel iyileştirme alanları, insanları katılmaya ve çalışmaya teşvik etme, motive edici araçlar ve ödüller, inceleme ve değerlendirme olanakları sunulduğu bir uygulama modeli önermişlerdir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Karar verme süreçlerinde, karmaşık kararları yönetme ve önceliklendirme yeteneğine dayanarak, belirsizlik altında kısıtlı tanımların ötesine geçebilecek ve müşteri ihtiyaçlarını ilk seferde dikkate alarak bu ihtiyaçları teknik çözümlere dönüştürme amacıyla uygun teknikler kullanılması hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda yapılan çalışmada karar verme yöntemi olarak Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (PF-AHP) ile bütünleştirilmiş Aralık Değerli Pisagor Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi (IVPF-QFD) yöntemleri kullanılmıştır. Bu bölümde sırasıyla; Bulanık Küme, Pisagor Bulanık Kümeler, Pisagor Bulanık AHP ve QFD başlığı altında Bulanık QFD, Aralık Değerli Pisagor QFD yöntemleri ile ilgili teorik bilgilere yer verilmiştir.

4.1 Bulanık Küme

Bulanık bir sayı 0 ile 1 arasındaki kapalı aralığa aittir. Burada 1 tam üyeliği ve 0 üye olmamayı temsil eder. Bulanık küme sürekli üyelik derecelerine sahip bir nesne sınıfıdır ve kesin bir kümenin genel bir biçimidir. Böyle bir küme, her nesneye 0 ile 1 arasında değişen bir üyelik derecesi atayan bir üyelik işlevi ile karakterize edilir. Buna karşılık, kesin bir küme yalnızca 0 veya 1 değerlerine izin verir (Zadeh,1965).

X evrensel kümesi olmak üzere, $A \subset X$ 'in üyelik fonksiyonu Denklem (4.1)'deki gibi tanımlıdır.

$$\mu_A = X \rightarrow [0,1] \quad (4.1)$$

Bu değerler, belirli bir bulanık kümedeki üyeliğin ret veya kabulünü, ilişkili önermenin yanlışlığını ve doğruluğunu temsil eder. Ancak bir bulanık kümede üyelik, onay ya da ret meselesi değil, bir derecelendirme durumunu izah etmektedir.

Klasik küme teorisinde, bir elemanın kümenin elemanı olma ya da olmaması temel kavramı üzerine kurulu olduğu yukarıda açıklanmıştır. Bu teoride, üye olma ile olmama arasında kesin bir ayrım söz konusudur. Bir nesnenin bir kümenin elemanı olup olmamasının cevabının “evet” ya da “hayır” olması ile ispatlanabilir. 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. Bulanık küme teorisi ise bu durumun tam tersine kısmi üyeliği kabul etmektedir. Bu yüzden bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinin geliştirilmiş şeklidir diye özetlenebilmektedir (Chen ve Pham 2001).

Bulanık kümeler, üye olmaktan üye olmamaya ve tersine kademeli geçişleri ifade etme yeteneğine sahiptir. Bu da kesin kümenin bir genellemesini oluşturan bulanık kümenin temel kavramıdır. Kesin küme, belirli bir söylem evrenindeki bireyleri, kümeye ait olanlar yani üye olanlar ve kümeye ait olmayanlar olarak da üye olmayanlar şeklinde ikiye ayırır. Kümenin üyeleri ve üyesi olmayanlar arasında belirli bir ayrım vardır. Ancak, günlük dilde yaygın olarak kullandığımız birçok sınıflandırma kavramı, bu özelliği sergilemeyen kümeleri tanımlar. Örneğin, civarındaki sayılar kümesindeki civar sözcüğü bulanıklık içerdiğinden sınırları klasik kümelerdeki gibi kolayca belirlenemez. Bir bulanık küme, söylem evrenindeki her olası bireye, bulanık kümeye üyelik derecesini temsil eden bir değer atayarak matematiksel olarak tanımlayabilir. Bu, o bireyin bulanık küme tarafından temsil edilen kavramla ne kadar benzer veya uyumlu olduğuna karşılık gelen derece olarak nitelendirilir. Bu üyelik dereceleri de genellikle 0 ile 1 arasındaki kapalı aralıkta değişen gerçek sayı değerleri ile temsil edilir. Bu nedenle, bireyler, daha büyük veya daha küçük bir üyelik derecesi ile gösterildiği gibi, daha fazla veya daha az derecede bulanık kümeye ait olabilirler. Bu dereceler, kavramlara yaklaşma derecesini belirtir ve kümenin kendisi, anlamsal olarak esnekliği modeller. Bulanık kümeye tam üyelik 1 ve tam üye olmama 0 değerleriyle gösterilebildiğinden, kesin küme kavramını, yalnızca bulanık kümenin daha genel kavramının sınırlı bir durumu olarak da düşünebiliriz (Klir ve Yuan,1995).

4.2 Pisagor Bulanık Kümeler

Çok kriterli karar verme (ÇKKV), karar vericinin sayılabilir sonlu ya da sonsuz seçenekten oluşan bir küme içinde en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim işlemi olarak tanımlanabilir (Ersöz ve Kabak, 2010). ÇKKV genellikle karar vericilerin

birden fazla amacı bir arada değerlendirmelerini sağlar. Uygulama sürecinde bu amaçlar birbirleriyle ilişkilendirilerek değerlendirilir. İşletme açısından ÇKKV değerlendirildiğinde, tek bir amacı en iyi olanı yerine getirmekten ziyade aynı anda birden fazla amacı en iyi duruma getirmeyi hedefler. Bu amaç doğrultusunda zaman ve maliyet değerleri minimize edilmiş olur. ÇKKV sürecinde kullanılan kavramlar ve tanımları aşağıda listelenmiştir (Alkan, 2019).

Alternatifler: Ele alınan problemlerde bir veya daha fazla sayıda alternatif olabilir. Bu alternatifler elenerek amaca en uygun olanı seçilir.

Kriterler ve alt kriterler: Kriterler, alternatiflerin temel özellikleri, kaliteleri ya da verimlilik parametreleri olarak tanımlanır ve karar vericinin değer yargılarına göre tanımlanıp ölçümlenirler.

Amaçlar: Kriterlerin, karar vericilerin istekleri doğrultusunda ulaşmak istediği sonuçtur.

Hedefler: Amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şeklidir.

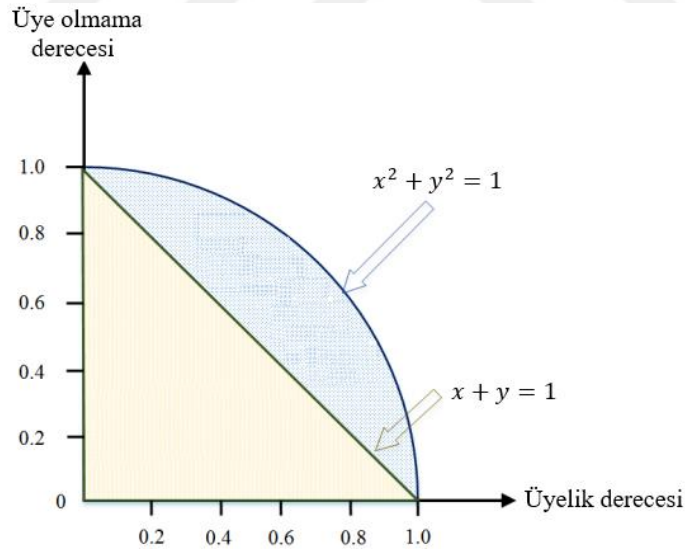
Karar matrisi: ÇKKV problemlerinde genellikle alternatifler, kriterler ve bunların sonuçları bir matris biçiminde gösterilir. Karar matrisindeki satırlar alternatifleri, sütunlar ise alternatiflerin değerlendirileceği kriterleri ifade eder.

ÇKKV; karar vericilerin (KV), aktörlerin (karar analizi sürecine dâhil olan kişiler) ve paydaşların (karardan etkilenebilecek herkes) belirlenmesi, kriterlerin seçilmesi, alternatiflerin tanımlanması, ÇKKV teknik(ler)inin seçilmesi, kriterlerin ağırlıklandırılması, kriterlere göre alternatiflerin performansının değerlendirilmesi, duyarlılık analizinin yapılması ve nihai kararın verilmesi adımlarını içeren bir süreçtir (Kim ve Chung 2013).

Birçok ÇKKV probleminde, karar vericiler karar vermenin karmaşıklığı ve belirsizliği nedeniyle fikirlerini pek çok problemde ifade etmekte zorlanmışlardır. Bu nedenle bulanık küme teorisi Zadeh (1965) tarafından önerilmiştir. Bulanık kümelerin ÇKKV’de rolü oldukça önemli olmasına (Yager, 2013) rağmen karar vermede gömülü olan belirsizlikleri tam olarak ele alamamaktadır. Ancak, sezgisel bulanık kümenin (Intuitive Fuzzy Set-IFS) bir uzantısı olan Pisagor bulanık küme (Pythagorean Fuzzy Set-PFS), belirsiz ortamlarda belirsizliği ifade etme ve ele alma konusunda daha yetenekli olması sebebiyle çeşitli alanlarda uygulanmıştır (Xiao ve Ding, 2019).

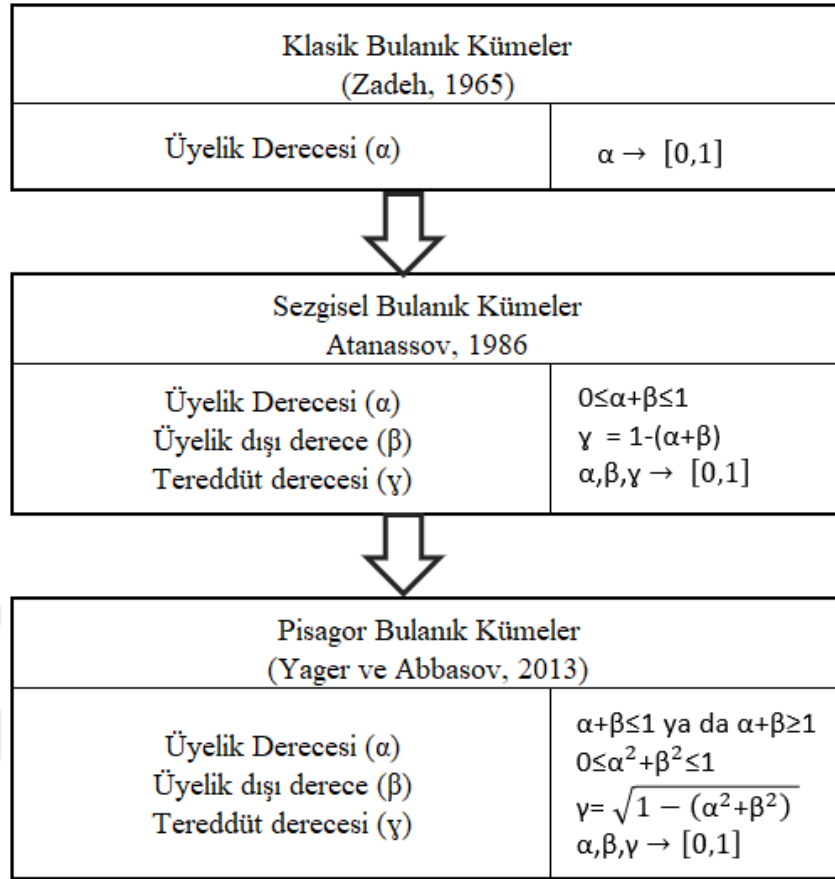
IFS, gerçek hayat problemlerini daha iyi ifade etmek için Atanassov tarafından önerilmiştir. Bu kümeler üyelik fonksiyonu, üye olmama fonksiyonu ve tereddüt

derecesi şeklinde ifade edilebilir. IFS'ye göre, üyelik ve üye olmama derecelerinin toplamı 1'i geçemez. Üyelik ve üye olmama derecesinin karelerinin toplamının 1'den büyük olduğu bazı durumlarda, IFS belirsizliği açıklamakta yetersiz kalır (Demiralay ve diğ., 2022). Sezgisel bulanık kümelerin belirsizliği tam anlamıyla ifade edememesinden dolayı Yager (2013) tarafından PFS'ler ortaya atılmıştır. Bulanık kümeyi genelleştiren sezgisel bulanık kümenin gelişmiş bir versiyonu olan (Wang ve diğ., 2015) bu kümelerde üyelik ve üye olmama derecelerinin toplamı 1'den büyük olabilir, ancak kareleri toplamı 1'i geçemez (Deveci ve diğ., 2021). Bu, sezgisel üyelik derecesi ve aynı zamanda Pisagor üyelik derecesi olan her nokta (x, y) için sezgisel üyelik derecelerinin $x + y \leq 1$ satırının altındaki tüm noktalar olduğu, pisagor üyelik notlarının ise $x^2 + y^2 \leq 1$ olan tüm noktalar olduğu anlamına gelir. Bu nedenle, pisagor üyelik dereceleri kümesi sezgisel üyelik dereceleri kümesinden daha büyüktür. Bu nedenle, pisagor bulanık kümeleri, karar vericilere sorunun belirsizliği ve kesinsizliği hakkındaki görüşlerini ifade etme konusunda daha fazla özgürlük sağlar (İlbahar ve diğ., 2018). Şekil 4.1 Pisagor ve sezgisel üyelik derecelerinin alanının karşılaştırılmasını sunmaktadır (Deveci ve diğ., 2021).



Şekil 4.1 : Pisagor ve sezgisel üyelik derecelerinin karşılaştırma uzayı.

Sonuç olarak, PFS, karar vermede gömülü belirsizlikleri engelleme kapasitesi nedeniyle ÇKKV problemlerinde daha iyi bir uygulama ifadesine sahiptir (Ejegwa, 2021). FS'ler, IFS'ler ve PFS'lerin temel özellikleri ve tarihsel gelişim süreçleri Şekil 4.2'de gösterilmektedir (Deveci ve diğ., 2021).



Şekil 4.2 : PFS'lerin gelişimi ve klasik bulanık kümelerin uzantıları.

Pisagor bulanık kümelere ait bazı önemli tanımlar aşağıda verilmiştir (Haktanır ve Kahraman, 2019).

Tanım 1. X bir sabit küme olsun. Tek değerli bir PFS $\tilde{P}$, şu forma sahip bir nesnedir:

$$\tilde{P} = \{ \langle x, (\mu_p(x), v_p(x)) \rangle / x \in X \} \quad (4.2)$$

burada $\mu_p : X \rightarrow [0,1]$ [üyelik derecesini tanımlar ve $v_p : X \rightarrow [0,1]$ sırasıyla $x \in X$ ile P ögesinin üyelik derecesini tanımlar ve her $x \in X$ için:

$$0 \leq (\mu_p(x))^2 + (v_p(x))^2 \leq 1 \quad (4.3)$$

Tereddüt derecesi denklem (4.4) ve (4.5) ile elde edilir.

$$\pi_p(x) = \sqrt{1 - (\mu_p(x))^2 - v_p(x)^2} \quad (4.4)$$

$$\pi_\pi^2(x) = 1 - (\mu_p(x))^2 - v_p(x)^2 \quad (4.5)$$

Tanım 2. $\tilde{A} = \langle [\mu_A^L, \mu_A^U], [v_A^L, v_A^U] \rangle$, $\tilde{B} = \langle [\mu_B^L, \mu_B^U], [v_B^L, v_B^U] \rangle$ iki aralık değerli Pisagor bulanık sayılar (IVPFN) ve $\lambda > 0$ olsun, bu iki IVPFN'nin işlemleri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \left(\left[\frac{\sqrt{(\mu_A^L)^2 + (\mu_B^L)^2 - (\mu_A^L)^2 (\mu_B^L)^2}}{\sqrt{(\mu_A^U)^2 + (\mu_B^U)^2 - (\mu_A^U)^2 (\mu_B^U)^2}} \right], [v_A^L v_B^L, v_A^U v_B^U] \right) \quad (4.6)$$

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \left(\frac{\mu_A^L \mu_B^L, \mu_A^U \mu_B^U}{\sqrt{(\mu_A^L)^2 + (\mu_B^L)^2 - (\mu_A^L)^2 (\mu_B^L)^2}, \sqrt{(\mu_A^U)^2 + (\mu_B^U)^2 - (\mu_A^U)^2 (\mu_B^U)^2}} \right) \quad (4.7)$$

$$\lambda \tilde{A} = \left(\left[\sqrt{1 - (1 - (\mu_A^L)^2)^\lambda}, \sqrt{1 - (1 - (\mu_A^U)^2)^\lambda} \right], [(v_A^L)^\lambda, (v_A^U)^\lambda] \right) \quad (4.8)$$

$$(\tilde{A})^\lambda = \left([(\mu_A^L)^\lambda, (\mu_A^U)^\lambda], \left[\sqrt{1 - (1 - (v_A^L)^2)^\lambda}, \sqrt{1 - (1 - (v_A^U)^2)^\lambda} \right] \right) \quad (4.9)$$

Tanım 3. $\tilde{A}_i = 1, 2, \dots, k$ IVPFN'lerin bir koleksiyonu olsun. IVPF ağırlıklı geometrik operatörü kullanılarak bunların toplam değeri de tatmin edici bir IVPFN'dir.

$$IVPFWG_\lambda(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \tilde{A}_3, \dots, \tilde{A}_k) =$$

$$\left(\left[\prod_{i=1}^k (\mu_{A_i}^L)^{\lambda_i}, \prod_{i=1}^k (\mu_{A_i}^U)^{\lambda_i} \right], \left[\sqrt{1 - \prod_{i=1}^k (1 - (v_{A_i}^L)^2)^{\lambda_i}}, \sqrt{1 - \prod_{i=1}^k (1 - (v_{A_i}^U)^2)^{\lambda_i}} \right] \right) \quad (4.10)$$

burada $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k)^T$ $\lambda_i \in [0, 1]$ ve $\sum_{i=1}^k \lambda_i = 1$ ile $\tilde{A}_i = 1, 2, \dots, k$ 'nın ağırlıklı vektörüdür.

Tanım 4. $\tilde{A} = \langle [\mu_L \mu_U], [v_L v_U] \rangle$ bir IVPFN olsun, π_L ve π_U sırasıyla A 'nın alt ve üst noktalarının tereddüt derecesi olsun, Denklem (4.11) ve (4.12)'deki gibi hesaplanır:

$$\pi_U^2 = 1 - (\mu_L^2 + v_L^2) \quad (4.11)$$

$$\pi_L^2 = 1 - (\mu_U^2 + v_U^2) \quad (4.12)$$

Puan fonksiyonları veya durulaştırma fonksiyonlarının, ÇKKV problemlerinde PFN'ler ile karşılaştırıldığında verimli olduğu bilinmektedir. Ancak literatürde yer alan skor fonksiyonları, tereddüt ile doğru bir şekilde ilişkilendirmedikleri için hangi PFN'nin diğerinden daha yüksek olduğunu göstermede yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, Tanım 5'teki gibi yeni bir durulaştırma fonksiyonu tanımlanır.

Tanım 5. $\tilde{A} = \langle [\mu_L \mu_U], [v_L v_U] \rangle$ bir IVPFN olsun. Bu sayının durulaştırılması Denklem (4.13) ile hesaplanır:

$$\begin{aligned} P_D(\tilde{A}) &= \frac{\mu_L^2 + \mu_U^2 + (1 - v_L^2 - \pi_U^2) + (1 - v_U^2 - \pi_L^2) + \sqrt{\mu_L^2 * \mu_U^2} + \sqrt[4]{(1 - v_L^2)(1 - v_U^2)}}{6} \quad (4.13) \\ 0 &\leq \mu_U^2 + v_U^2 \leq 1, \end{aligned}$$

$P_D(\tilde{A}) \in [0, 1]$ olduğunda $P_D(\tilde{A})$ 'in daha büyük bir değeri, daha büyük bir $\tilde{A}$ 'yi gösterir.

Tanım 6. $\tilde{A} = \langle [\mu_L^A \mu_U^A], [v_L^A v_U^A] \rangle$ ve $B = \langle [\mu_L^B \mu_U^B], [v_L^B v_U^B] \rangle$ IVPFN'ler ve $\pi_L^A, \pi_U^A, \pi_L^B, \pi_U^B$ sırasıyla A ve B 'nin alt ve üst noktalarının tereddüt derecesi olsun. A ve B arasındaki mesafe Denklem (4.14)'teki gibi hesaplanır.

$$d(A, B) = \frac{\sqrt{2}}{4} \left(\sqrt{(\mu_A^L - \mu_B^L)^2 + (v_A^L - v_B^L)^2} + \sqrt{(\mu_A^U - \mu_B^U)^2 + (v_A^U - v_B^U)^2} \right) \quad (4.14)$$

4.3 Pisagor Bulanık AHP

AHP, ilk olarak Prof. Thomas L. Saaty tarafından literatüre kazandırılan ÇKKV yöntemlerinden biridir (Teknomo, 2006) ve stratejik kararlar vermek için kullanılabilen güçlü bir araçtır. AHP, karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıda ve tek yönlü olarak değerlendirmektedir. Hiyerarşide en üstte bir amaç ve bu amaca yönelik altında sırasıyla kriterler, alt kriterler ve en altında alternatifler yer alır. Bu hiyerarşik yapı içerisinde aynı seviyedeki kriterler birbirinden bağımsızdır ve karar alma sürecinde kriterlerin birbirlerine olan etkileşimleri göz önüne alınmamaktadır (Yıldız, 2014). Karar vericilerin potansiyel alternatifleri değerlendirmek için nicel bir şekilde birden fazla kriterlerle karakterize edilen kararların alınmasına yardımcı olur ve karar kriterleri arasında öncelikler belirler (Işıklar ve Büyüközkan, 2007). AHP, karmaşık bir karar verme sürecini basit karşılaştırmalara bölmesiyle insan düşüncesiyle benzerlik gösterir (Ahmad ve diğ., 2012). AHP yöntemi karar verme sürecini sistematikleştirir ve karar vericilerin doğru kararlara ulaşmasını sağlar. Karar vericinin amaca ilişkin tercihlerini doğru bir şekilde belirlemesini sağlayarak uygulamaları kolaylaştırır. Ayrıca, karar vericinin karar probleminin tanımı ve unsurlarına ilişkin anlayışını ve bilgilerini de artırır. Mevcut nitel ve nicel faktörler arasında ilişki kurularak en iyi sonucun elde edilmesini sağlaması da AHP yönteminin diğer bir avantajı olarak söylenebilir (Alkan, 2019).

AHP ilk olarak hiyerarşinin oluşturulması ile başlar. Hiyerarşinin ilk seviyesi karar hedefini içerirken, sonraki alt seviyeler karar kriterlerinin, alt kriterlerin ve karar hedefine ulaşmak için alternatiflerin aşamalarını temsil eder. Daha sonra karar vericilerden, öğelerin birbirinden bağımsız olduğunu varsayarak, hiyerarşinin her düzeyindeki öğelerin ikili karşılaştırmalarını tamamlamaları istenir. Bu bağlamda ve karar amacı dikkate alınarak hiyerarşinin ikinci seviyesindeki her iki kriterin göreceli önemleri arasında karşılaştırmalar yapılır. Aynı kriter altındaki her iki alt kriter de karşılaştırılır ve işlemler bu şekilde tüm kriterlerin karşılaştırması bitinceye kadar

devam eder. Bu ikili karşılaştırmalar bittikten sonra, karara ulaşmak için her bir kriterin ve herhangi bir alternatifin göreceli önemini belirlemek için uzman yargıları gereklidir. AHP, karar vericiler tarafından öznel yargılara izin verdiği için, yargıların tutarlılığı otomatik olarak garanti edilmez. Tutarlılık doğrulaması optimum sonucun elde edilmesinde oldukça önemlidir (Işıklar ve Büyüközkan, 2007). Her bir kriter için ağırlıklar tahsis edildikten ve kaydedildikten sonra, bir tutarlılık indeksi (CI) kontrolü yapılmalıdır. Saaty (1980) tutarlılık indeksini ölçmek için Denklem (4.15)'deki tutarlılık indeksini önermiştir (Saad ve diğ, 2016).

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4.15)$$

Daha sonra tutarlılık oranı (CR), rassallık indeksi (RI) de kullanılarak (CR=CI/RI) hesaplanır. $CR \leq 0.1$ olması durumunda değerlendirmelerin tutarlı olduğu kabul edilir (Saad ve diğ, 2016).

Geleneksel AHP, kriterlerin ve alternatiflerin değerlendirilmesinde oluşabilecek belirsizlikleri dikkate almaz ve bu durum verilecek kararı önemli ölçüde etkiler. Bu eksikliği gidermek için AHP ile bulanık mantık birleştirilerek bulanık AHP ortaya çıkmıştır (Ayyıldız ve Taşkın Gümüş 2021). Bulanık AHP'nin ortaya çıkışı AHP yönteminde insan düşüncelerinin tam olarak yansıtılmasında yaşanan eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Geleneksel AHP yönteminde kullanılan net değerlerin yerine, bulanık AHP yönteminde karşılaştırma oranları bir dizi değer kullanılarak belirlenir (Yıldız ve diğ, 2019). Karar verici için kesin değerlerle değerlendirme yapmaktansa, değerlendirme için daha fazla alan sağlayan bulanık sayıların kullanılması genellikle daha uygundur. Bunlardan biri olan Pisagor bulanık kümeler, belirsizliği ortadan kaldırmak ve ele almak, belirsizliği azaltmak ve değerlendirme sürecinin belirsizliğini ele almak için kullanılabilir. Bu kümeleri kullanan Pisagor bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (PF-AHP), Pisagor bulanık kümeleri kavramını içeren geleneksel AHP yönteminin bir uzantısıdır (Ayyildiz ve Taskin Gumus, 2021). AHP yönteminde karar verme, kriterlerin ve alternatiflerin hiyerarşik bir yapısını oluşturmayı ve ardından bunların göreceli önemini belirlemek için aralarındaki ikili karşılaştırmaları değerlendirmeyi içerir. PF-AHP, kesin sayılar yerine Pisagor bulanık sayıları kullanarak bu ikili karşılaştırmalardaki belirsizliği hesaba katar (Celik ve Yıldiz, 2022). PF-AHP, değerlendirme sürecinde belirsizlik olduğunda karar vericilerin birden fazla kriteri ve alternatifini aynı anda dikkate alarak tercihlerini daha esnek ve

gerçekçi bir şekilde ifade etmelerini sağlar. Karar vericilerin Pisagor bulanık sayıları aracılığıyla belirsizlikleri daha etkili bir şekilde ifade etmelerini ve ele almalarını sağlayarak daha gerçekçi ve incelikli karar sonuçları sağlar (Yucesan ve Kahraman, 2019). Bu özelliklerinden dolayı bu çalışmanın ilk aşamasında PF-AHP yöntemi kullanılmıştır. Pisagor bulanık sayılarda karar vericilerin alternatifleri ve kriterleri değerlendirmeleri için Çizelge 4.1’de gösterilen ölçek kullanılmaktadır (Ilbahar ve diğ, 2018).

Çizelge 4.1 : Dilsel değişkenlerin tanımları ve PF ölçekleri.

Dilsel Değişkenler	PF sayılar			
	μ_L	μ_U	v_L	v_U
Aşırı Düşük (AD)	0	0	0.9	1
Çok Düşük (ÇD)	0.1	0.2	0.8	0.9
Düşük (D)	0.2	0.35	0.65	0.8
Ortalamanın Altında (OA)	0.35	0.45	0.55	0.65
Ortalama(O)	0.45	0.55	0.45	0.55
Ortalamanın Üzerinde(OÜ)	0.55	0.65	0.35	0.45
Yüksek (Y)	0.65	0.8	0.2	0.35
Çok Yüksek (ÇY)	0.8	0.9	0.1	0.2
AşırıYüksek (AY)	0.9	1	0	0
Tamamen Eşit (TE)	0.1965	0.1965	0.1965	0.1965

PF-AHP yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Ilbahar ve diğ, 2018):

Adım 1: Çizelge 4.1’de verilen ölçeğe göre karar vericilerin kriterleri ya da alternatifleri ikili olarak karşılaştırmaları ve buna göre ikili karşılaştırma matrisinin $A = (a_{ik})_{m \times m}$ oluşturulması

Adım 2: Üyelik ve üye olmama fonksiyonların alt ve üst noktaları arasındaki farklar matrisinin $D = (d_{ik})_{m \times m}$ Denklem (4.16) ve (4.17) yardımıyla hesaplanması

$$d_{ik_l} = \mu_{ik_l}^2 - v_{ik_u}^2 \quad (4.16)$$

$$d_{ik_u} = \mu_{ik_u}^2 - v_{ik_l}^2 \quad (4.17)$$

Adım 3: Denklem (4.18) ve (4.19) kullanılarak çarpımsal matrisin $S = (s_{ik})_{m \times m}$ hesaplanması

$$s_{ik_l} = \sqrt{1000d_l} \quad (4.18)$$

$$s_{ik_u} = \sqrt{1000d_u} \quad (4.19)$$

Adım 4: Denklem (4.20) yardımıyla her bir kriter için tereddüt derecelerinin $(\tau_{ik})_{m \times m}$ hesaplanması

$$\tau_{ik} = 1 - (\mu_{ik_u}^2 - \mu_{ik_l}^2) - (v_{ik_u}^2 - v_{ik_l}^2) \quad (4.20)$$

Adım 5: Hem tereddüt dereceleri hem de çarpım matrisi kullanılarak normalleştirilmemiş ağırlıkların $T = (t_{ik})_{m \times m}$ Denklem (4.21) yardımıyla belirlenmesi

$$t_{ik} = \frac{s_{ik_l} + s_{ik_u}}{2} \tau_{ik} \quad (4.21)$$

Adım 6: w_i önem ağırlıklarının Denklem (4.22) kullanılarak hesaplanması

$$w_i = \frac{\sum_{k=1}^m t_{ik}}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m t_{ik}} \quad (4.22)$$

Aşağıda Pisagor Bulanık AHP ile ilgili yapılmış çalışmaların özet bilgileri yer almaktadır.

Singer ve Özşahin, (2022) değerli bir yatırım olan ahşap dış mekân mobilya seçimini etkileyen temel faktörleri önceliklendirmek için aralık değerli PF-AHP tabanlı bir model önermiştir.

Yazıcı ve diğ. (2022), Türkiye’de enerji talebini karşılamada önemli bir paya sahip olan hidroelektrik santrallarda bakım stratejisi seçim problemini ele almışlardır. Çalışmada elektriksel ekipmanların sıralanmasında kullanılan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde PF-AHP, alternatif bakım stratejilerinin sıralanmasında ise TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi kullanılmıştır.

Ayyıldız ve Gümüş (2021) tehlikeli madde taşıma operasyonları için kritik risk faktörlerini ve ağırlıklarını PF-AHP yöntemi ile belirlemeyi amaçlamışlardır.

Çalık ve diğ. (2021) yaptıkları çalışmada, Pisagor bulanık ortamı altında AHP ve TOPSIS yöntemlerini entegre ederek en iyi yeşil tedarikçiyi seçmek için Endüstri 4.0 bileşenlerine dayalı yeni bir grup karar verme yaklaşımı geliştirmeyi ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulamalarının yeşil tedarikçi seçim problemine entegre edilmesini amaçlamışlardır. Çalışmada aralık değerli PF-AHP yöntemi kriter ağırlıklarının belirlenmesinde, Pisagor bulanık TOPSIS yöntemi ise en uygun tedarikçiyi seçmek için kullanılmıştır.

Erol ve diğ. (2021) çalışmalarında Kırıkkale’de faaliyet gösteren bir elektrik üretim santralinin bakım sürecine eşlik edecek olan iş güvenliği uzmanının seçimini

yapmışlardır. İş güvenliği uzmanı seçimi için belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmasında PF-AHP, uzmanın seçiminde TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

İlbahar ve diğ. (2021) çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği alanında risk değerlendirmesi yapmak için Fine Kinney ve PF-AHP yöntemlerini uygulamışlardır.

Sarkar ve Biswas (2021) uluslararası bir şirketin ihtiyaç duyduğu ürünleri taşımak için en iyi nakliye şirketini seçmek için PF-AHP ve TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

Shete ve diğ. (2020) PF-AHP yöntemini kullanarak tedarik zincirinde sürdürülebilirliği sağlamak için sürdürülebilir tedarik zinciri yenilik sağlayıcılarını tanımlamış ve analiz etmişlerdir.

Kaya ve diğ. (2020) yaptıkları çalışmada, geri dönüşüm tesislerinin tesis yerleşim problemini araştırarak geri dönüşüm tesislerinin yer seçimi için PF-AHP kullanılmışlardır.

Öztaysi ve diğ. (2020) gerçekleştirdikleri çalışmada, PF-AHP yöntemini kullanarak bir eğitim sisteminin paydaşlarından geri bildirim toplamak için kaynak olarak kullanılabilecek çevrimiçi bir platformun gerekliliklerini önceliklendirmeyi amaçlamışlardır.

Yücesan ve Gül (2020) çalışmalarında, bir hastanenin hizmet kalitesini değerlendirmek için PF-AHP ve PF-TOPSIS yöntemlerini içeren bir yaklaşım sunmuşlardır.

Karasan ve diğ. (2019), otonom sürüş sisteminin risklerini önceliklendirmek için PF-AHP yöntemini kullanmışlardır.

Şenol ve diğ. (2019) işletmelerin etkinlik ve verimliliğinde önemli bir paya sahip olan lojistik faktörlerinin sıralanması için AHP ve PF-AHP yöntemlerini kullanmışlar ve her iki yöntemden elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır.

Yıldız ve diğ. (2019) çalışmalarında Avrupa Birliği üyesi 31 ülkenin yaşam kalitesini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda yaşam kalitesini etkileyen kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi için PF-AHP yöntemi, ülkeleri yaşam kalitesine göre sıralamak için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Yücesan (2019) plastik endüstrisinde yeşil tedarikçi seçimi için PF-AHP ve bulanık TOPSIS entegre modelini önermişlerdir. Çalışmanın ilk aşamasında tedarikçi seçiminde kullanılacak parametreler belirlenmiş ardından PF-AHP yöntemi ile ikili

karşılaştırmalar yapılarak bu parametrelerin ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak en uygun tedarikçi tespit edilmiştir.

Yücesan ve Kahraman, (2019) hayati risklerin söz konusu olduğu hidroelektrik santrallerinin çalışması esnasında meydana gelebilecek olası 20 risk faktörünü PF-AHP yöntemi ile değerlendirmişlerdir.

Gül (2018) iş kazalarının kabul edilebilir bir düzeye indirilmesine odaklanan İSG alanında risk değerlendirmesi için PF-AHP ve bulanık VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemlerinden oluşan yeni bir yaklaşım önermişlerdir. Çalışmada, PF-AHP risk parametrelerinin değerlendirilmesinde ve ağırlıklandırılmasında, bulanık VIKOR ise ortaya çıkan tehlikelerin önceliklendirilmesi için kullanılmıştır.

Mohd ve Abdullah, (2017) çalışmalarında, İran'da otomotiv endüstrisinde en uygun yönetici seçimi için PF-AHP yöntemini önermişlerdir.

4.4 Kalite Fonksiyon Göçerimi

Joseph M. Juran kaliteyi anlamak ve onu doğru yönetmek için iki kritik tanımdan bahsetmiştir. Bunlardan ilki kalitenin, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ve dolayısıyla müşteri memnuniyetini sağlayan ürünlerin özellikleri anlamına geldiğini açıklayan tanımdır. Bu anlamda kalitenin amacı, daha fazla müşteri memnuniyeti sağlamak ve geliri artırmaktır. Ancak, daha fazla ve daha kaliteli özellikler sağlamak genellikle bir yatırım gerektirir ve bu nedenle genellikle maliyet artışlarını içerir. Bu anlamda daha yüksek kalite genellikle daha pahalıya mal olur. Bir diğer tanımla kalite, yeniden işleme, müşteri memnuniyetsizliği gibi eksikliklerden kurtulmak anlamına gelir. Burada kalitenin anlamı maliyetlere yöneliktir ve daha yüksek kalite genellikle daha az maliyetlidir (Juran, 1999).

ISO tarafından 1986 yılında yayımlanan ISO 8402 standardında kalite, bir ürün ya da hizmetin belirlenen ya da olabilecek gereksinimleri karşılama becerisine dayanan özelliklerinin ve karakteristiklerinin toplamı olarak tanımlanmıştır.

Müşterilerin istek ve beklentilerini en iyi şekilde karşılamak veya müşterilerin ihtiyaçlarının memnuniyetle karşılanmasını sağlamak için şirketler kaliteli ürün ve hizmetler sunmak zorundadır. Kaliteli müşteri hizmetinin başarıları için hayati önem taşıdığını bildiren birçok yüksek performanslı kuruluşun yanı sıra, çalışmalar kalitenin

değerli, karlı bir rekabet avantajı ve düşük kalitenin ciddi bir dezavantaj olduğunu belgelemektedir. Kaliteyi sağlamak, güvenilirlik, yanıt verme ve güvence için müşteri beklentilerini karşılamayı ve hatta aşmayı gerektirir (Alfred Wong, 2000). Günümüzün dinamik küresel ekonomisinde başarılı şirketler, rakipleri tarafından sunulanlara göre müşterilerin tercih edeceği ürünleri verimli bir şekilde tasarlayabilen, geliştirebilen ve üretebilen şirketlerdir. Yoğun uluslararası rekabet, ayrımcı müşterilerin parçalanmış pazarları ve hızlı teknolojik değişim ile karakterize edilen küresel bir ekonominin ortaya çıkışı, yeni bir sanayi devrimini kışkırtmıştır. Bu devrimin merkezinde, tasarımları çok kısa zaman dilimlerinde rekabetçi bir maliyetle üretilebilir hale getirirken, bu müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürün tasarımları sunma ihtiyacı yatmaktadır. Eşzamanlı mühendislik (CE) olarak adlandırılan bu süreçleri yeniden yapılandırmak için bir felsefe, 1980'lerde başarılı Japon otomobil üreticilerinin çalışmasıyla ABD endüstrisi tarafından yeniden keşfedilmiş durumdadır. Bu dönemde şirketler, Chrysler'in organizasyonu tarafından platform ekipleri ve Ford 2000 programı olarak gösterildiği gibi, CE'yi desteklemek için tüm organizasyonlarını ürün ekipleri etrafında yeniden düzenlemiştir. Geniş anlamda CE, tüm işletme fonksiyonlarının ve paydaşların ürün tasarımı ve geliştirme kararlarına erken katılımını savunur. Bu paydaşlardan biri de müşterilerdir. Müşterilerin ürün geliştirme çalışmalarına katılımını sağlayarak müşterilerin ürünlerden bekledikleri ihtiyaçları tespit etmek için kullanılan metodolojilerden biri de Kalite Fonksiyon Göçerimidir (Quality Function Deployment-QFD) (Cristiano ve diğ, 2001).

QFD metodolojisi, “müşterinin sesinin (VoC)” ürün geliştirmenin tüm aşamalarına dahil edilmesini sağlayan eş zamanlı mühendislik için yapılandırılmış bir çerçeve sağlar. Batı’da geliştirilen ve Japonya’ya aktarılan birçok kalite metodolojisinin aksine, QFD Japonya’da geliştirilmiş ve birçok ABD şirketi tarafından benimsenmiştir (Cristiano ve diğ, 2001). QFD, 1960’ların sonlarında, Japon endüstrilerinin İkinci Dünya Savaşı sonrası taklit ve kopyalama yoluyla ürün geliştirme modundan koptuğu ve orijinallığe dayalı ürün geliştirmeye geçtiği bir dönemde Japonya’da tasarlanmıştır. QFD, bu ortamda, TKY çatısı altında yeni ürün geliştirme için bir yöntem veya konsept olarak doğmuştur (Akao ve Mazur, 2003). QFD, araştırma ekiplerinin müşteri ihtiyaçlarını kesin olarak belirlemelerini ve daha sonra bunları ürün veya hizmetin parametrelerine, bileşenlerine ve üretim sürecinin parametrelerine çevirmelerini sağlayan bir ürün veya hizmetin planlanması ve geliştirilmesi yöntemidir (Wolniak,

2016). Mizuno, QFD'yi dar bir şekilde hedeflerin ve araçların sistematik hale getirilmesi yoluyla, kaliteyi somutlaştıran bir iş fonksiyonunun veya operasyonunun adım adım ayrıntılarına yerleştirilmesi olarak tanımlamıştır (Akao ve Mazur, 2003). ISO, ISO16355 standardında QFD'yi “Müşteri veya paydaş için en önemli gereksinimleri farklı düzeylerde ve farklı bakış açılarından tasarlayarak yeni ve mevcut ürünlerle müşteri veya paydaş memnuniyetini ve değerini sağlama yöntemi” olarak tanımlanmıştır (ISO, 2015). QFD esas olarak ürünü müşteri isteklerine göre tasarlamak için kullanılır (Abdolshah ve Moradi, 2013). QFD, müşteri ihtiyaçlarını teknik gereksinimlerine, parça özelliklerine ve üretim planlarına ve kontrolüne çevirerek daha yüksek müşteri memnuniyeti elde etmeye yardımcı olur (Chen ve Ko, 2009). Chan ve Wu (2005) QFD'yi “müşteri ihtiyaçlarının ürün tasarımı ve üretim sürecini yönlendirmesini sağlayan bir sistem” olarak tanımlamıştır. QFD, ister bir ürün ister bir süreç olsun, çıktının bu ihtiyaçları karşıladığından emin olmak için müşteri ihtiyaçlarını teknik gereksinimlerine dönüştürmeye yardımcı olur (Erdil ve Arani 2018).

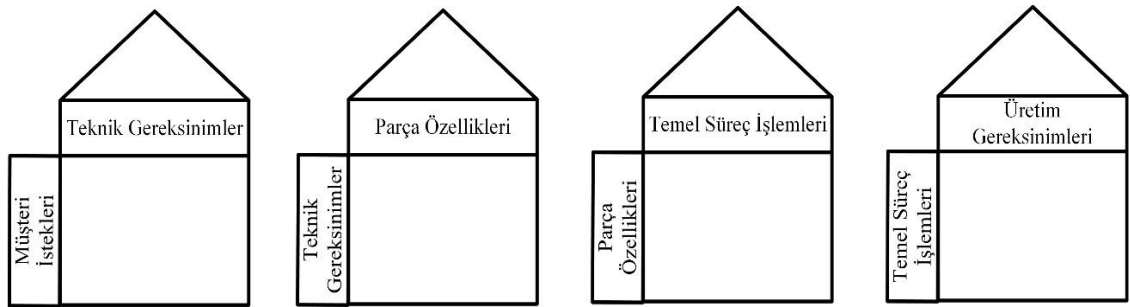
QFD ile ürün tasarımı ve geliştirme sürecinde ürün geliştirme döngüsünün azalması, üretimin başlatılması sırasında sorun/yeniden tasarım “ani artışlarının” azaltılması, ürün kalitesinin iyileştirilmesi ve müşteri memnuniyetinin artması gibi birçok önemli iyileştirme sağlanmaktadır. Ortaya çıkan süreç, şirketin müşteri odaklı, yüksek kaliteli ürünleri pazara daha hızlı sunmasına izin vererek rekabet gücünü artırır (Cristiano ve diğ, 2001). QFD, tasarım kalitesinin ve planlanan kalitenin belirlenmesi, rekabetçi ürünlerin kıyaslanması, şirketi rakiplerinden ayıran yeni ürün geliştirme, piyasa kalitesi bilgilerini analiz etmek ve toplamak, kaliteyle ilgili bilgilerin sonraki süreçlere iletilmesi, tasarım amacını üretime yerleştirmek, başlangıçtaki kalite problemlerini azaltmak, tasarım değişikliklerinin azaltılması, geliştirme süresini ve maliyetlerini azaltmak ve pazar payını genişletmek amacıyla kullanıldığı söylenebilir (Akao ve Mazur,2003).

QFD yöntemi genellikle pazarlama araştırması yöntemlerini içermektedir. Bununla birlikte, araştırma ekiplerinin müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerinin kesin spesifikasyonlarını yapmalarını sağlayan bir ürün veya hizmetin yapısal planlamasına ve geliştirilmesine hizmet eder ve daha sonra önerilen her bir fırsatı, öne sürülen ihtiyaçların karşılanması üzerindeki etkisi açısından değerlendirir. QFD yalnızca kalite yönetimi için bir araç değil, aynı zamanda önemli bir planlama aracıdır. Bunun nedeni,

yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi boyunca “VoC” olarak adlandırılan şeyin dahil edilmesine izin vermesidir (Wolniak, 2016).

Müşteri beklentilerini teknik karakteristiklere göreli değerlendirmelere dayalı sistematik bir yolla dönüştüren QFD; ürün geliştirme, kalite yönetimi, müşteri beklentisi analizi, tasarım, planlama, karar verme, mühendislik, yönetim, takım çalışması, zamanlama ve maliyet ile çok geniş bir fonksiyonel alana sahiptir (Chan ve Wu 2002; Yan ve diğ, 2016).

QFD süreci dört matris içerir. İlki diyagramın özel şekli nedeniyle Kalite Evi (House of Quality-HoQ) olarak adlandırılır. HoQ terimi genellikle QFD'ye atıfta bulunmak için kullanılır. HoQ, müşteri ihtiyaçlarını alır ve bunları teknik (tasarım) gereksinimlerine dönüştürür. İkinci matris, teknik gereksinimleri, daha sonra üçüncü matriste süreç gereksinimleri cinsinden ifade edilen parça özelliklerine dönüştürür. Son olarak, kalite özellikleri son matriste tanımlanır (Erdil ve Arani, 2018). Eksiksiz bir QFD sistemindeki dört aşama, ürün planlaması, parça dağıtımı, süreç planlaması ve üretim planlamasını içerir (Lee ve diğ. 2017). Ürün özellikleri ile müşterinin gereksinimleri arasındaki ilişkiyi kurduktan sonra, QFD tekniği gereksinimlerin göreceli önemini değerlendirir, performansı (potansiyel) rakiplerin performansı ile karşılaştırır ve ardından önemli gereksinimleri alt bileşenlere ve üretim süreçlerine kadar dağıtır. Genel QFD yapısı Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : QFD kalite evleri.

QFD yaklaşımıyla ilişkili dört kalite evi, müşteri ihtiyaçlarını ürün özellikleriyle ilişkilendiren teknik olduğu için en yaygın olarak kullanılan planlama matrisidir.

4.5 Aralık Değerli Pisagor Bulanık QFD

Zadeh (1965) tarafından net kümelerin bir uzantısı olarak bulanık kümelerin tanıtılmasından sonra, bu kavramın bir takım genellemeleri ortaya çıkmıştır. Atanassov (1986) tarafından tanıtılan IFS'ler bunlardan biridir. IFS'ler, belirsizlikle başa çıkmak ve onu bulanık kümelerden daha kapsamlı kullanmak için güçlü bir araçtır. IFS tanımını takiben, Atanassov ve Gargov (1989), aralık değerli sezgisel bulanık kümeleri (IVIFS'ler) tanıtmış ve IVIFS'lerin uygulamalarını göstermiştir.

FS'ler, IVFS ve IFS'lerle karşılaştırıldığında, IVIFS, bir ögenin bir kümeye ait olduğu üyelik derecesini ve üye olmama derecesini dikkate alır. $[0, 1]$ birim aralığının aralık numaraları olarak belirtilir. Bu nedenle, belirsiz bilgilerle başa çıkmak için IFS'lerden daha esnek ve etkilidir. Atanassov'un IFS teorisi, karşılık gelen kavramlara sahiptir ve IVFS'lere eşbiçimlidir. Ayrıca, IVFS kavramlarının genellikle belirsiz üyelik derecesi fikri ile ele alındığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, IFS kavramları, IFS'lerdeki bir ögenin üyelik derecesinin ve üye olmama derecesinin bağımsız olarak değerlendirilmesine dayanır. Bu nedenlerden dolayı, IVIFS'ler, üyelik derecesi ve üye olmama derecelerindeki kesin olmayan bilgilerle başa çıkmak için daha etkilidir (Deveci ve diğ., 2019).

Klasik QFD yöntemi sürecinde kesin olmayan ve eksik değerlendirmeler nedeniyle bulanık QFD yöntemi geliştirilmiştir. Öte yandan, bulanık QFD'den elde edilen bulanık önem dereceleri, bulanık önem derecelerinin rastgele dalgalanmalarını dikkate alma yeteneğine sahip değildir. Bu nedenle, IVIFS'ler, karar vericilerin belirsiz tercihlerini tanımlamak için bulanık QFD yöntemine entegre edilmiştir. Uzman değerlendirmelerine dayalı IVPF-QFD modeli aşağıda detaylandırılmıştır. Bu uzmanlardan herhangi birinin dikkate alınan müşteri istekleri (Mİ) veya teknik gereksinimler (TG) hakkında bir görüşü yoksa yalnızca diğer uzmanların ortak görüşleri işlenir. Model iki aşamalı olarak aşağıdaki gibi verilmektedir (Haktanır ve Kahraman, 2019).

Aşama 1: Mİ&TG İlişki Analizi

Adım 1. Dilsel Mİ'ler tanımlanır ve Çizelge 4.2'de verilen Pisagor bulanık ölçeği kullanılarak müşteri önem dereceleri atanır. Mİ'ler, Çizelge 4.2'deki ölçek kullanılarak Şekil 4.4'teki gibi uzmanlar tarafından derecelendirilir.

Çizelge 4.2 : Kriterlerin ağırlıkları için dilsel ve karşılık gelen sayısal ölçek.

Dilsel Terim	IVPF numarası
Kesinlikle Düşük Önem (KDÖ)	
Kesinlikle Düşük Tatmin Edici (KDT)	
Kesinlikle Düşük İlişki (KDİ)	[[0.10,0.30],[0.70,0.90]]
Kesinlikle Düşük Zorluk (KDZ)	
Çok Düşük Önem (ÇDÖ)	
Çok Düşük Tatmin Edici (ÇKT)	
Çok Düşük İlişki (ÇDİ)	[[0.20,0.40],[0.60,0.80]]
Çok Düşük Zorluk (ÇDZ)	
Düşük Önem (DÖ)	
Düşük Tatmin Edici (DT)	
Düşük İlişki (Dİ)	[[0.30,0.50],[0.50,0.70]]
Düşük Zorluk (DZ)	
Orta Düzeyde Önem (ODÖ)	
Orta Düzeyde Tatmin Edici (ODT)	
Orta Düzey İlişki (ODİ)	[[0.40,0.60],[0.40,0.60]]
Orta Seviye Zorluk (OSZ)	
Yüksek Önem (YÖ)	
Yüksek Tatmin Edici (YT)	
Yüksek İlişki (Yİ)	[[0.50,0.70],[0.30,0.50]]
Yüksek Zorluk (YZ)	
Çok Yüksek Önem (ÇYÖ)	
Çok Yüksek Tatmin Edici (ÇYT)	
Çok Yüksek İlişki (ÇYİ)	[[0.60,0.80],[0.20,0.40]]
Çok Yüksek Zorluk (ÇYZ)	
Kesinlikle Yüksek Önem (KYÖ)	
Kesinlikle Yüksek Tatmin Edici (KYT)	
Kesinlikle Yüksek İlişki (KYİ)	[[0.70,0.90],[0.10,0.30]]
Kesinlikle Yüksek Zorluk (KYZ)	

Neler		Nasıllar									
Müşteri İstekleri	Ana Kriter	Alt Kriterler	Önem Değerlendirmeleri								
	Kriter Grubu 1	Alt kriter 1									
		Alt kriter 2									
											
		Alt kriter k									
	...										
	Kriter Grubu k	Alt kriter 1									
		Alt kriter 2									
											
		Alt kriter l									

Şekil 4.4 : Mİ'ler ve dilsel müşteri önem dereceleri.

Adım 2. TG’ler tanımlanır, TG’lerin gelişim yönü belirlenir ve Şekil 4.5’teki gibi ilişki matrisi doldurulur.

			Gelişim Yönü	↑	↑		↓		↑	↓		↑
				Kriter Grubu 1					Kriter Grubu m			
Neler	Nasıllar		Teknik Gereksinimler	Alt Kriter 1	Alt Kriter 2	...	Alt Kriter r	...	Alt Kriter 1	Alt Kriter 2	...	Alt Kriter s
	Ana Kriter	Alt Kriterler	Önem Değerlendirmeleri									
Müşteri İstekleri	Kriter Grubu 1	Alt Kriter 1										
		Alt Kriter 2										
												
		Alt Kriter k										
	...											
	Kriter Grubu n	Alt Kriter 1										
		Alt Kriter 2										
												
		Alt Kriter l										

Şekil 4.5 : TG’ler, gelişim yönleri ve ilişki matrisi.

Adım 3. Çizelge 4.2’de verilen Pisagor bulanık ölçeği kullanarak TG’lerin organizasyonel zorluk seviyesi Şekil 4.6’da verildiği gibi belirlenir.

				Kriter Grubu 1					Kriter Grubu m			
Neler	Nasıllar		Teknik Gereksinimler	Alt Kriter 1	Alt Kriter 2	...	Alt Kriter r	...	Alt Kriter 1	Alt Kriter 2	...	Alt Kriter s
Organizasyonel Zorluklar												

Şekil 4.6 : TG’lerin organizasyonel zorluğu.

Adım 4. Ürünleri Şekil 4.7’deki gibi standardize etmek için kesin sayılar ($\alpha, \beta, \dots, \eta$) kullanarak TG’lerin hedef değerleri (Ne kadar) belirlenir.

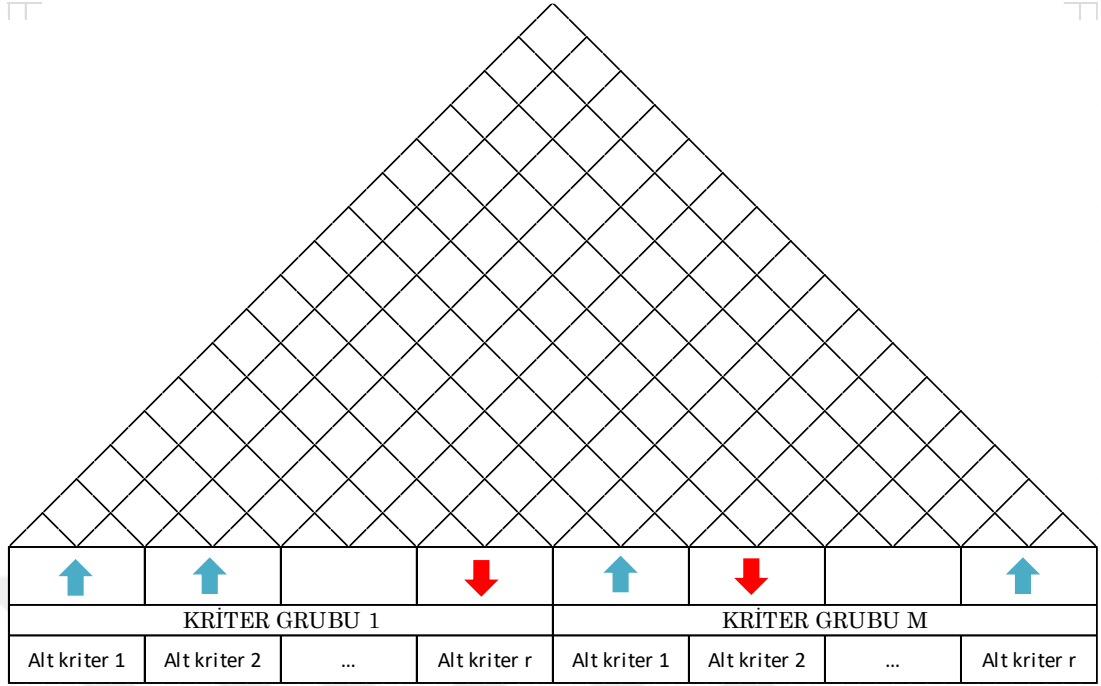
			Kriter Grubu 1					Kriter Grubu m				
Neler	Nasıllar		Teknik Eksinimler	Alt Kriter 1	Alt Kriter 2	...	Alt Kriter r	...	Alt Kriter 1	Alt Kriter 2	...	Alt Kriter s
Hedef Değerler (Ne Kadar)				α	β		δ		γ	c		η

Şekil 4.7 : TG'lerin hedef değerleri.

Adım 5. Çizelge 4.3'te verilen Pisagor bulanık ölçeği kullanılarak Şekil 4.7'de verilen TG'ler arasında Şekil 4.8'deki gibi korelasyon matrisi oluşturulur. Korelasyon matrisinde PC ile pozitif korelasyon ve NC ile negatif korelasyonu belirtilir. Burada PC, iki TG'nin değerlerinin diğerinin değişmesiyle aynı anda arttığı veya azaldığı anlamına gelir. NC, bir TG'nin değeri artarken diğerinin değerinin düşmesine neden olduğu veya bunun tersi anlamına gelir. Korelasyon yoksa hücre boş bırakılır, yani bir TG'deki değişiklik, ilişkiyi araştırdığımız diğer TG'yi etkilemez.

Çizelge 4.3 : IVPF korelasyon ölçeği.

Pozitif Korelasyon İçin Dilsel Terim	IVPF Numarası	Negatif Korelasyon İçin Dilsel Terim
Kesinlikle Düşük Pozitif Korelasyon (KDPK)	([0.10,0.30],[0.70,0.90])	Kesinlikle Düşük Negatif Korelasyon (KDNK)
Çok Düşük Pozitif Korelasyon (ÇDPK)	([0.20,0.40],[0.60,0.80])	Çok Düşük Negatif Korelasyon (ÇDNK)
Düşük Pozitif Korelasyon (DPK)	([0.30,0.50],[0.50,0.70])	Düşük Negatif Korelasyon (DNK)
Çok Düşük Pozitif Korelasyon (ÇDPK)	([0.20,0.40],[0.60,0.80])	Çok Düşük Negatif Korelasyon (ÇDNK)
Düşük Pozitif Korelasyon (DPK)	([0.30,0.50],[0.50,0.70])	Düşük Negatif Korelasyon (DNK)
Orta Düzeyde Pozitif Korelasyon(ODPK)	([0.40,0.60],[0.40,0.60])	Orta Düzey Negatif Korelasyon (ODNK)
Yüksek Pozitif Korelasyon (YPK)	([0.50,0.70],[0.30,0.50])	Yüksek Negatif Korelasyon (YNK)
Çok Yüksek Pozitif Korelasyon (ÇYPK)	([0.60,0.80],[0.20,0.40])	Çok Yüksek Negatif Korelasyon (ÇYNK)
Kesinlikle Yüksek Pozitif Korelasyon (KYPK)	([0.70,0.90],[0.10,0.30])	Kesinlikle Yüksek Negatif Korelasyon(KY NK)



Şekil 4.8 : Korelasyon matrisi

Adım 6. Denklem (4.23)'de $\tilde{M}\tilde{I}$ 'lerin toplu dilsel önem değerlendirmelerini ($\tilde{I}\tilde{E}_i$) ve ilişki matrisindeki toplu dilsel terimleri ($\tilde{R}$) ve toplu korelasyon etki faktörünü ($\tilde{C}\tilde{I}$) çarparak ve ardından göreceli organizasyonel zorluğa ($\tilde{R}\tilde{O}\tilde{D}$) bölerek her bir TG için mutlak önem elde edilir.

$$\tilde{A}\tilde{I}_{ij} = \{(\oplus_{i=1}^{T=k+\dots+l} \tilde{I}\tilde{E}_i \otimes \tilde{R}_{hj}) \otimes (1 + \tilde{C}\tilde{I}_l)\} \oslash (1 + \tilde{R}\tilde{O}\tilde{D}_j) \quad (4.23)$$

$$h = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, (r + \dots + s)$$

$$\tilde{C}\tilde{I}_l = (n_{c_j}/(j-1)) * (\tilde{p}\tilde{c}_j \ominus \tilde{n}\tilde{c}_j) \quad (4.24)$$

($\tilde{E}$), ($\tilde{R}$) ve ($\tilde{C}\tilde{I}$)'nin toplu değerleri Denklem (4.24) kullanılarak elde edilir. Organizasyonel zorluk ($\tilde{O}\tilde{D}$) bir organizasyonun belirli bir TG elde etmesinin ne kadar zor olduğu anlamına gelir. Her TG'nin ($\tilde{O}\tilde{D}$) için dilsel değerlendirmeleri, Denklem (4.25)'teki gibi hesaplamadan önce toplanır ($\tilde{R}\tilde{O}\tilde{D}$).

$$\tilde{R}\tilde{O}\tilde{D}_j = \left(\frac{\tilde{O}\tilde{D}_j}{\oplus_{i=1}^{r+\dots+s} \tilde{O}\tilde{D}_j} \right) \quad (4.25)$$

Burada, $-1 \leq \tilde{C}\tilde{I}_j \leq +1$ ve

r ve s: TG kriter grupları altındaki alt kriter sayıları

k ve l : $\tilde{M}\tilde{I}$ kriter grupları altındaki alt kriter sayıları

n_{c_j} : TG_j 'nin diğer TG'lerle korelasyonlarının sayısı

$\widetilde{\overline{p}}_{c_j}$: TG_j'nin pozitif korelasyonlarının ortalaması

$\widetilde{\overline{n}}_{c_j}$: TG_j'nin negatif korelasyonlarının ortalaması

Bulanık bağıl mutlak ($\widetilde{RA}$) önem değerleri Denklem (4.26) ile elde edilir.

$$\widetilde{RA}_{ij} = \widetilde{AI}_{ij} \odot (\oplus_{j=1}^{r+\dots+s} \widetilde{AI}_{ij}), i = 1, 2, \dots, T \quad (4.26)$$

Adım 7. TG'ler Denklem (4.27)'deki RA_j değerlerine göre sıralanır.

$$\widetilde{RA}_j = \langle [\mu_{\widetilde{RA}_j}^L, \mu_{\widetilde{RA}_j}^U], [v_{\widetilde{RA}_j}^L, v_{\widetilde{RA}_j}^U] \rangle \quad (4.27)$$

j bir IVPFN olsun ve $\pi_{\widetilde{RA}_j}^L, \pi_{\widetilde{RA}_j}^U$ $\widetilde{RA}_j$ 'nin alt ve üst noktalarının tereddüt derecesi ise, bu sayının durulaştırma işlemi Denklem (4.13) ile hesaplanır. En yüksek $\widetilde{RA}_j$, tasarım mühendislerinin yeni bir ürünün tasarım aşamasında dikkate alması gereken en önemli TG'yi gösterir.

Aşama 2- Rekabet Analizi

Adım 8. Çizelge 4.2'de verilen IVPF ölçeği kullanılarak rekabet dilsel müşteri puanları belirlenir. Rakipler arasında, önce karşılık gelen Mİ'ye göre dilsel müşteri derecelendirmeleri Denklem (4.10) kullanılarak toplanır ve ardından Denklem (4.28) kullanılarak şirketin diğer şirketler arasındaki mesafeleri ölçülür.

$$\widetilde{D}_{O-C\ell}^{CR} = \oplus_{t=1}^{T=k+\dots+1} (\chi_{O-C\ell}^{CR} \times d_t^{CR}(O, C\ell) \times \widetilde{IE}_t), \ell = 1, \dots, \eta \quad (4.28)$$

Burada O ve $C\ell$ sırasıyla şirketi ve rakipleri temsil eder. T , Mİ'lerin toplam alt kriter sayısını temsil eder. $\widetilde{IE}_t$, karşılık gelen Mİ'ye göre toplu dilsel müşteri puanlarıdır. $\chi_{O-C\ell}^{CR}$ Denklem (4.29) gibi tanımlanır.

$$\chi_{O-C\ell}^{CR} = \begin{cases} +1, & O \text{ } C\ell' \text{ den daha iyidir} \\ -1, & C\ell \text{ } O' \text{ dan daha iyidir} \\ 0, & O \text{ ile } C\ell \text{ eşittir} \end{cases} \quad (4.29)$$

$d_t^{CR}(O, C\ell)$ Denklem (4.30) ile hesaplanır.

$$d_t^{CR}(O, C\ell) = \frac{\sqrt{2}}{4} \left(\sqrt{(\mu_O^L - \mu_{Cl}^L)^2 + (v_O^L - v_{Cl}^L)^2} + \sqrt{(\mu_O^U - \mu_{Cl}^U)^2 + (v_O^U - v_{Cl}^U)^2} \right) \quad (4.30)$$

Adım 9. Çizelge 4.2'de verilen IVPF ölçeği kullanılarak şirketin TG'leri diğer rakiplerle karşılaştırılır. Rakipler arasındaki konumu belirlemek için önce ilgili TG'ye göre mühendislik değerlendirmeleri toplanır ve ardından şirketin diğer şirketler arasındaki mesafeleri Denklem (4.31) ile ölçülür.

$$\widetilde{D}_{O-C\ell}^{CR} = \oplus_{t=1}^{T=r+\dots+s} (\chi_{O-C\ell}^{DR} \times d_t^{DR}(O, C\ell) \times \widetilde{IA}_t), \ell = 1, \dots, \eta \quad (4.31)$$

$d_t^{DR} (O, C\ell)$ Denklem (4.32)'deki gibi hesaplanır.

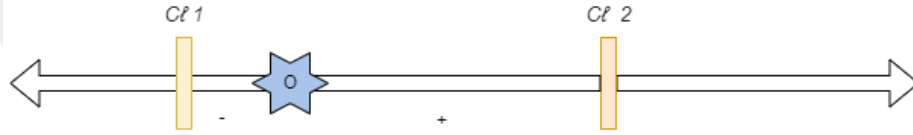
$$d_t^{DR} (O, C\ell) = \frac{\sqrt{2}}{4} \left(\sqrt{(\mu_O^L - \mu_{C\ell}^L)^2 + (v_O^L - v_{C\ell}^L)^2} + \sqrt{(\mu_O^U - \mu_{C\ell}^U)^2 + (v_O^U - v_{C\ell}^U)^2} \right) \quad (4.32)$$

Adım 10. Denklem (4.33)'teki gibi hem müşteri derecelendirmelerini hem de mühendislik değerlendirmelerini dikkate alarak rakipler arasındaki konumunu belirlemek için şirketin birleşik performans derecelendirme puanı (CPR) elde edilir.

$$\widetilde{CPR} = \chi \widetilde{D}_{O-C\ell}^{DR} \oplus (1 - \chi) \widetilde{D}_{O-C\ell}^{DR} \quad (4.33)$$

Burada χ MI 'nin ve $(1 - \chi)$ ise TG 'nin önem katsayılarını göstermektedir.

Adım 11. Şirketin göreceli konumu Şekil 4.9'daki gibi bir ölçekte belirlenir. Daha büyük pozitif CPR, şirketin $C\ell$ 'den çok daha iyi olduğunu gösterir. Daha büyük mutlak negatif CPR, şirketin $C\ell$ 'den çok daha kötü olduğunu gösterir.



Şekil 4.9 : Şirketin konumunu gösteren skala.

Aşağıda Pisagor bulanık QFD yöntemi ile yapılmış çalışmaların özet bilgileri yer almaktadır.

Xie ve diğ. (2022) yaptıkları çalışmada bulanık Kano ve aralık değerli sezgisel bulanık QFD kullanarak sürdürülebilir tedarik zincirinde risk faktörlerinin önceliklendirilmesi amaçlamışlardır.

Deveci ve diğ. (2019) çalışmalarında yolcu taleplerini hizmet kalitesi spesifikasyonlarına dönüştürerek halk otobüsü işletmecileri için niceliksel bir değerlendirme çerçevesi oluşturmayı amaçlamaktadır. Yolcu taleplerini belirlemek için temel bileşenler analizi, bu talepleri hizmet kalitesi spesifikasyonlarına dönüştürmek için IVIF-QFD yöntemi kullanılmıştır.

Haktanır ve Kahraman (2019) çalışmalarında yeni bir aralık değerli Pisagor bulanık QFD yöntemi önerilmiş ve önerilen modeli güneş fotovoltaik teknolojisi gelişimine uygulamışlardır.

Peng ve diğ. (2022), sürdürülebilir bir tedarik zinciri için tasarım gereksinimlerini belirlemek ve önceliklendirmek için pisagor bulanık ANP, QFD, GRA yöntemlerinden

oluşan bir yaklaşım önermişlerdir. Burada Pisagor bulanık QFD sürdürülebilir müşteri ihtiyaçlarını tasarım gereksinimlerine dönüştürmek için kullanılmıştır.

Liao ve diğ. (2020), bir montaj robotunun mekanik yapısını tasarlamak için en önemli tasarım gereksinimlerini belirlemede Pisagor bulanık QFD yöntemini kullanmışlardır.

Ping ve diğ. (2022) geleneksel QFD'nin performansını artırmak için dilsel Pisagor bulanık kümelerine ve alternatif kuyruklama yöntemine dayalı yeni bir QFD yaklaşımı önermişlerdir. Önerilen QFD yaklaşımının verimliliğini ölçmek için 5G akıllı telefon geliştirme uygulaması yapılmış ve yöntemin yararlı ve pratik olduğu ileri sürülmüştür.

Wang ve diğ. (2023) yaptıkları çalışmada, aralık 2'li Pisagor bulanık dil kümeleri (I2PFLS'ler), sosyal ağ fikir birliğine ulaşma (SNCR) modeli ve genişletilmiş birleşik uzlaşma çözümü (CoCoSo) yöntemini temel alan yeni bir entegre QFD yaklaşımı geliştirmişlerdir. Geliştirilen QFD yaklaşımı bir elektrikli araç ürün geliştirme çalışmasına uygulanmış ve elde edilen sonuçlar yeni QFD'nin ürün geliştirme için tasarım gereksinimlerinin önem sıralamasını daha etkin sağlayabildiğini göstermektedir.

Haktanir (2020) tedarikçilerin önceliklendirilmesi için aralık değerli Pisagor bulanık QFD ve COPRAS yöntemlerinden oluşan entegre bir metodoloji geliştirmiştir.

Büyüközkan ve Çifçi (2020) şirketlerin sürdürülebilir tedarik zinciri stratejilerinin belirlenmesi için Pisagor bulanık kümelere dayalı genişletilmiş bir QFD metodolojisi uygulamışlardır.

Luo ve diğ. (2023), FBS (Fonksiyon-Davranış-Yapı) modeli geliştirmek için Pisagor bulanık küme tabanlı AHP ve QFD Yöntemlerini entegre eden yaklaşım önermişlerdir. Kullanıcı gereksinimlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesi için IVPF-AHP yöntemi, müşteri gereksinimlerini işlevsel özelliklere dönüştüren her teknik gereksinimin ağırlıklarını IVPF-QFD yöntemi kullanılmıştır.

5. UYGULAMA

5.1 Problem Tanımı

Çalışan katılımını teşvik eden, yenilikçi fikirlerin toplayarak ve değerlendirerek onları maliyet ve verimlilik iyileştirmelerine dönüştüren fikir öneri sistemleri, işletmeler için en önemli fikir toplama aracıdır. Bu yüzden fikir öneri sistemlerinin etkin kullanılabilmesi için ise bu sistemi kullanacak kişilerin istek ve beklentilerine göre tasarlanması gerekmektedir. Bu sistemleri tasarlayanın zorluğu, başlangıçtaki beklentiler arasındaki ana hedefi belirleme konusundaki belirsizlikten kaynaklanır. Tasarımı bitmiş bir fikir öneri sisteminden her kullanıcıya hitap edebilme, analiz edebilme, hızlı sonuç verebilme, izlenebilir olma, aynı zamanda sistemi yönetebilme kabiliyetine sahip olma ve tüm bunları sağlarken güçlü bir gizlilik ve güvenlik politikası sunabilme yeteneklerinin bulunması beklenir. Bu özellikleri barındıran bir fikir öneri sisteminin işletmelerin kurumsal inovasyon sistemleri oluşturmaları üzerindeki etkisi oldukça yüksek olacaktır. Bu amaçla bu çalışmada da fikir öneri sistemlerinin tasarlanmasında müşteri isteklerinin belirlenmesi ve bu müşteri isteklerinin sistemin etkin olmasını sağlayacak teknik gereksinimlere dönüştürülmesi için PF-AHP ile bütünleştirilmiş IVPF-QFD yöntemleri kullanılmıştır.

5.2 PF-AHP Yöntemi Kullanılarak Fikir Öneri Sistemi Müşteri İsteklerinin Önceliklendirilmesi

Bu bölümde PF-AHP yönteminin uygulama adımları kullanılarak fikir öneri sistemini kullanan müşterilerin (çalışanlar, dış paydaşlar vs.) istekleri belirlenerek önceliklendirilmesi yapılmıştır.

Adım 1: Bu adımda literatür taramasına ilave olarak bir işletmenin AR-GE merkezi yönetici ve çalışanları, 4 firmanın inovasyon ve iş geliştirme süreçlerinden sorumlu olduğu toplam 6 kişi ve bu firmaların insan kaynakları yöneticileri ile görüşülerek Çizelge 5.1’de verilen müşteri istekleri belirlenmiştir.

Çizelge 5.1 : Çalışma kapsamında belirlenen fikir öneri sistemleri için müşteri istekleri.

Müşteri İstekleri No	Müşteri İstekleri
Mİ-1	Yalın ve kullanımı kolay olmalı
Mİ-2	Sekme ve yönlendirme sayfa sayısı minimum düzeyde, tek bir ekranda sürdürülebilir olmalı
Mİ-3	Şifre ve kullanıcı profiline kolaylıkla ulaşılabilmesi
Mİ-4	Her zaman her yerde kolaylıkla erişilebilir (mobil, tablet, pc'ye uyumlu ekranlar-responsive) olmalı
Mİ-5	Değerlendirme sürecinin tüm aşamalarının öneri sahibine eş zamanlı aktarmalı (şeffaf, izlenebilir süreçlere sahip)
Mİ-6	Onay/ret süreci için değerlendiricilere hatırlatma yapabilmeli
Mİ-7	Doldurulması gereken boş alanları sayıca az olmalı
Mİ-8	Hiyerarşideki tüm çalışanlara uygun bir kullanıma sahip olmalı
Mİ-9	İşe giren/çıkan çalışanlar için kullanıcı ekleme/çıkarma işlemlerini kolaylıkla sağlayacak esnek altyapıya sahip olmalı
Mİ-10	Öneri(ler) için ilave görsel, dosya, video vs. eklenmesine izin verebilmeli
Mİ-11	Birden fazla kişinin grup olarak öneri vermesine izin verebilmeli
Mİ-12	Öneri sınıflandırılmasını makine öğrenmesi alt yapısı ile kendi içinde sağlayabilmeli
Mİ-13	Ödül sahiplerinin sıralamalarını aylık/haftalık/yıllık olarak raporlamalı ve paylaşabilmeli
Mİ-14	Öneri tekrarının önüne geçmeli ya da aynı önerinin daha farklı birimlere uygulanmasına fırsat sunmalı
Mİ-15	Benzer öneriler için ilgili konu gruplandırmasında tarihi temel alarak önceliklendirme yapabilmeli
Mİ-16	Şirketin mevcut sistem ve teknoloji altyapısına uygun olarak diğer uygulamalara (İK, ERP vb.) entegre edilebilmeli
Mİ-17	Değerlendirme sürecinde, yanlış departmana aktarılmış öneriler için yönlendirme yapabilmeli
Mİ-18	Geçmişte onay/ret almış önerileri listeleyebilmeli
Mİ-19	Çeşitli ödül seçenekleri sunmalı
Mİ-20	Başarılı önerileri duyurmalı
Mİ-21	Öneri metinleri için yazı/karakter kısıtı bulunmamalı
Mİ-22	Kullanıcıların birbirlerinin fikirlerine iyileştirme sunmalarına olanak sağlayabilmeli
Mİ-23	Açık inovasyon çağrıları için dış paydaşların da erişimine müsaade edebilmeli

Belirlenen kriterler Çizelge 4.1’de verilen ölçeğe göre iki inovasyon yönetimi uzmanı ve bir endüstri mühendisi tarafından ortak görüş doğrultusunda değerlendirilmiş ve Çizelge 5.2’de verilen ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir.

Çizelge 5.2 : Fikir öneri sistemleri müşteri isteklerinin ikili karşılaştırma matrisi.

Müşteri İstekleri	Mİ-1	Mİ-2	Mİ-3	Mİ-4	Mİ-5	Mİ-6	Mİ-7	Mİ-8	Mİ-9	Mİ-10	Mİ-11	Mİ-12	Mİ-13	Mİ-14	Mİ-15	Mİ-16	Mİ-17	Mİ-18	Mİ-19	Mİ-20	Mİ-21	Mİ-22	Mİ-23
Mİ-1	TE	Y	OÜ	ÇD	OA	O	O	OA	OA	D	OA	D	ÇD	O	OA	OA	D	D	OA	OA	Y	D	OA
Mİ-2	D	TE	ÇD	ÇD	ÇD	D	O	OA	OA	ÇD	OA	AD	AD	D	D	D	ÇD	D	OA	D	O	OÜ	OA
Mİ-3	OA	ÇY	TE	OA	OA	Y	OA	OA	OA	D	OÜ	D	D	OA	D	D	ÇD	OA	OA	OÜ	OÜ	OA	OÜ
Mİ-4	ÇY	ÇY	OÜ	TE	OA	Y	Y	Y	Y	O	OÜ	OA	O	Y	OÜ	OA	D	OÜ	OÜ	OÜ	Y	Y	ÇY
Mİ-5	OÜ	ÇY	OÜ	OÜ	TE	AY	Y	Y	OÜ	Y	Y	O	OA	OÜ	OÜ	OA	OÜ	OÜ	Y	Y	Y	Y	ÇY
Mİ-6	O	Y	D	D	AD	TE	OÜ	OA	OA	D	OÜ	D	OA	OÜ	D	ÇD	D	OA	OÜ	OÜ	Y	ÇY	OA
Mİ-7	O	O	OÜ	D	D	OA	TE	D	D	ÇD	OÜ	OA	D	OA	D	ÇD	ÇD	D	OÜ	OA	O	Y	D
Mİ-8	OÜ	OÜ	OÜ	D	D	OÜ	Y	TE	O	OÜ	Y	Y	OÜ	OÜ	OÜ	O	OA	Y	ÇY	ÇY	AY	ÇY	Y
Mİ-9	OÜ	OÜ	OÜ	D	OA	OÜ	Y	O	TE	OÜ	O	OÜ	OÜ	OÜ	OA	O	OA	OÜ	O	OÜ	OÜ	O	O
Mİ-10	Y	ÇY	Y	O	D	Y	ÇY	OA	OA	TE	ÇY	OÜ	OÜ	Y	Y	D	D	OA	ÇY	Y	ÇY	ÇY	ÇY
Mİ-11	OÜ	OÜ	OA	OA	D	OA	OA	D	O	ÇD	TE	ÇD	OA	OA	OA	ÇD	D	D	O	OA	OÜ	OÜ	O
Mİ-12	Y	AY	Y	OÜ	O	Y	OÜ	D	OA	OA	ÇY	TE	OÜ	Y	OÜ	D	OA	OÜ	ÇY	Y	OÜ	OÜ	OÜ
Mİ-13	ÇY	AY	Y	O	OÜ	OÜ	Y	OA	OA	OA	OÜ	OA	TE	OA	OA	D	OA	OA	OÜ	OÜ	Y	Y	Y
Mİ-14	O	Y	OÜ	D	OA	OA	OÜ	OA	OA	D	OÜ	D	OÜ	TE	OÜ	OA	OA	OÜ	Y	Y	Y	ÇY	Y
Mİ-15	OÜ	Y	Y	OA	OA	Y	Y	OA	OÜ	D	OÜ	OA	OÜ	OA	TE	D	OA	OA	OÜ	OÜ	Y	ÇY	Y
Mİ-16	OÜ	Y	Y	OÜ	OÜ	ÇY	ÇY	O	O	Y	ÇY	Y	Y	OÜ	Y	TE	Y	Y	ÇY	Y	ÇY	ÇY	OÜ
Mİ-17	Y	ÇY	ÇY	Y	OA	Y	ÇY	OÜ	OÜ	Y	Y	OÜ	OÜ	OÜ	OÜ	D	TE	OÜ	Y	Y	ÇY	ÇY	OA
Mİ-18	Y	Y	OÜ	OA	OA	OÜ	Y	D	OA	OÜ	Y	OA	OÜ	OA	OÜ	D	OA	TE	OÜ	O	ÇY	Y	OÜ
Mİ-19	OÜ	OÜ	OÜ	OA	D	OA	OA	ÇD	O	ÇD	O	ÇD	OA	D	OA	ÇD	D	OA	TE	OÜ	OÜ	Y	OA
Mİ-20	OÜ	Y	OA	OA	D	OA	OÜ	ÇD	OA	D	OÜ	D	OA	D	OA	D	D	O	OA	TE	OÜ	ÇY	OÜ
Mİ-21	D	O	OA	D	D	D	O	TE	OA	ÇD	OA	OA	D	D	D	ÇD	ÇD	ÇD	OA	OA	TE	Y	OÜ
Mİ-22	Y	OA	OÜ	D	D	ÇD	D	ÇD	O	ÇD	OA	OA	D	ÇD	ÇD	ÇD	ÇD	D	D	ÇD	D	TE	OA
Mİ-23	OÜ	OÜ	OA	ÇD	ÇD	OÜ	Y	D	O	ÇD	O	OA	D	D	D	OA	OÜ	OA	OÜ	OA	OA	OÜ	TE

Çizelge 5.3 : Üyelik ve üye olmama fonksiyonlarının alt noktaları arasındaki fark matrisi.

Müşteri İstekleri	Mİ-1	Mİ-2	Mİ-3	Mİ-4	Mİ-5	Mİ-6	Mİ-7	Mİ-8	Mİ-9	Mİ-10	Mİ-11	Mİ-12	Mİ-13	Mİ-14	Mİ-15	Mİ-16	Mİ-17	Mİ-18	Mİ-19	Mİ-20	Mİ-21	Mİ-22	Mİ-23
Mİ-1	0.00	0.30	0.10	-0.80	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.30	-0.60	-0.30	-0.60	-0.80	-0.10	-0.30	-0.30	-0.60	-0.60	-0.30	-0.30	0.30	-0.60	-0.30
Mİ-2	-0.60	0.00	-0.80	-0.80	-0.80	-0.60	-0.10	-0.30	-0.30	-0.80	-0.30	-1.00	-1.00	-0.60	-0.60	-0.60	-0.80	-0.60	-0.30	-0.60	-0.10	0.10	-0.30
Mİ-3	-0.30	0.60	0.00	-0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.60	0.10	-0.60	-0.60	-0.30	-0.60	-0.60	-0.80	-0.30	-0.30	0.10	0.10	-0.30	0.10
Mİ-4	0.60	0.60	0.10	0.00	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.10	0.10	-0.30	-0.10	0.30	0.10	-0.30	-0.60	0.10	0.10	0.10	0.30	0.30	0.60
Mİ-5	0.10	0.60	0.10	0.10	0.00	0.81	0.30	0.30	0.10	0.30	0.30	-0.10	-0.30	0.10	0.10	-0.30	0.10	0.10	0.30	0.30	0.30	0.30	0.60
Mİ-6	-0.10	0.30	-0.60	-0.60	-1.00	0.00	0.10	-0.30	-0.30	-0.60	0.10	-0.60	-0.30	0.10	-0.60	-0.80	-0.60	-0.30	0.10	0.10	0.30	0.60	-0.30
Mİ-7	-0.10	-0.10	0.10	-0.60	-0.60	-0.30	0.00	-0.60	-0.60	-0.80	0.10	-0.30	-0.60	-0.30	-0.60	-0.80	-0.80	-0.60	0.10	-0.30	-0.10	0.30	-0.60
Mİ-8	0.10	0.10	0.10	-0.60	-0.60	0.10	0.30	0.00	-0.10	0.10	0.30	0.30	0.10	0.10	0.10	-0.10	-0.30	0.30	0.60	0.60	0.81	0.60	0.30
Mİ-9	0.10	0.10	0.10	-0.60	-0.30	0.10	0.30	-0.10	0.00	0.10	-0.10	0.10	0.10	0.10	-0.30	-0.10	-0.30	0.10	-0.10	0.10	0.10	-0.10	-0.10
Mİ-10	0.30	0.60	0.30	-0.10	-0.60	0.30	0.60	-0.30	-0.30	0.00	0.60	0.10	0.10	0.30	0.30	-0.60	-0.60	-0.30	0.60	0.30	0.60	0.60	0.60
Mİ-11	0.10	0.10	-0.30	-0.30	-0.60	-0.30	-0.30	-0.60	-0.10	-0.80	0.00	-0.80	-0.30	-0.30	-0.30	-0.80	-0.60	-0.60	-0.10	-0.30	0.10	0.10	-0.10
Mİ-12	0.30	0.81	0.30	0.10	-0.10	0.30	0.10	-0.60	-0.30	-0.30	0.60	0.00	0.10	0.30	0.10	-0.60	-0.30	0.10	0.60	0.30	0.10	0.10	0.10
Mİ-13	0.60	0.81	0.30	-0.10	0.10	0.10	0.30	-0.30	-0.30	-0.30	0.10	-0.30	0.00	-0.30	-0.30	-0.60	-0.30	-0.30	0.10	0.10	0.30	0.30	0.30
Mİ-14	-0.10	0.30	0.10	-0.60	-0.30	-0.30	0.10	-0.30	-0.30	-0.60	0.10	-0.60	0.10	0.00	0.10	-0.30	-0.30	0.10	0.30	0.30	0.30	0.60	0.30
Mİ-15	0.10	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	0.10	-0.60	0.10	-0.30	0.10	-0.30	0.00	-0.60	-0.30	-0.30	0.10	0.10	0.30	0.60	0.30
Mİ-16	0.10	0.30	0.30	0.10	0.10	0.60	0.60	-0.10	-0.10	0.30	0.60	0.30	0.30	0.10	0.30	0.00	0.30	0.30	0.60	0.30	0.60	0.60	0.10
Mİ-17	0.30	0.60	0.60	0.30	-0.30	0.30	0.60	0.10	0.10	0.30	0.30	0.10	0.10	0.10	0.10	-0.60	0.00	0.10	0.30	0.30	0.60	0.60	-0.30
Mİ-18	0.30	0.30	0.10	-0.30	-0.30	0.10	0.30	-0.60	-0.30	0.10	0.30	-0.30	0.10	-0.30	0.10	-0.60	-0.30	0.00	0.10	-0.10	0.60	0.30	0.10
Mİ-19	0.10	0.10	0.10	-0.30	-0.60	-0.30	-0.30	-0.80	-0.10	-0.80	-0.10	-0.80	-0.30	-0.60	-0.30	-0.80	-0.60	-0.30	0.00	0.10	0.10	0.30	-0.30
Mİ-20	0.10	0.30	-0.30	-0.30	-0.60	-0.30	0.10	-0.80	-0.30	-0.60	0.10	-0.60	-0.30	-0.60	-0.30	-0.60	-0.60	-0.10	-0.30	0.00	0.10	0.60	0.10
Mİ-21	-0.60	-0.10	-0.30	-0.60	-0.60	-0.60	-0.10	-1.00	-0.30	-0.80	-0.30	-0.30	-0.60	-0.60	-0.60	-0.80	-0.80	-0.80	-0.30	-0.30	0.00	0.30	0.10
Mİ-22	0.30	-0.30	0.10	-0.60	-0.60	-0.80	-0.60	-0.80	-0.10	-0.80	-0.30	-0.30	-0.60	-0.80	-0.80	-0.80	-0.80	-0.60	-0.60	-0.80	-0.60	0.00	-0.30
Mİ-23	0.10	0.10	-0.30	-0.80	-0.80	0.10	0.30	-0.60	-0.10	-0.80	-0.10	-0.30	-0.60	-0.60	-0.60	-0.30	0.10	-0.30	0.10	-0.30	-0.30	0.10	0.00

Çizelge 5.4 : Üyelik ve üye olmama fonksiyonlarının üst noktaları arasındaki fark matrisi.

Müşteri İstekleri	Mİ-1	Mİ-2	Mİ-3	Mİ-4	Mİ-5	Mİ-6	Mİ-7	Mİ-8	Mİ-9	Mİ-10	Mİ-11	Mİ-12	Mİ-13	Mİ-14	Mİ-15	Mİ-16	Mİ-17	Mİ-18	Mİ-19	Mİ-20	Mİ-21	Mİ-22	Mİ-23
Mİ-1	0.00	0.60	0.30	-0.60	-0.10	0.10	0.10	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	-0.30	-0.60	0.10	-0.10	-0.10	-0.30	-0.30	-0.10	-0.10	0.60	-0.30	-0.10
Mİ-2	-0.30	0.00	-0.60	-0.60	-0.60	-0.30	0.10	-0.10	-0.10	-0.60	-0.10	-0.81	-0.81	-0.30	-0.30	-0.30	-0.60	-0.30	-0.10	-0.30	0.10	0.30	-0.10
Mİ-3	-0.10	0.80	0.00	-0.10	-0.10	0.60	-0.10	-0.10	-0.10	-0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.10	-0.30	-0.30	-0.60	-0.10	-0.10	0.30	0.30	-0.10	0.30
Mİ-4	0.80	0.80	0.30	0.00	-0.10	0.60	0.60	0.60	0.60	0.10	0.30	-0.10	0.10	0.60	0.30	-0.10	-0.30	0.30	0.30	0.30	0.60	0.60	0.80
Mİ-5	0.30	0.80	0.30	0.30	0.00	1.00	0.60	0.60	0.30	0.60	0.60	0.10	-0.10	0.30	0.30	-0.10	0.30	0.30	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80
Mİ-6	0.10	0.60	-0.30	-0.30	-0.81	0.00	0.30	-0.10	-0.10	-0.30	0.30	-0.30	-0.10	0.30	-0.30	-0.60	-0.30	-0.10	0.30	0.30	0.60	0.80	-0.10
Mİ-7	0.10	0.10	0.30	-0.30	-0.30	-0.10	0.00	-0.30	-0.30	-0.60	0.30	-0.10	-0.30	-0.10	-0.30	-0.60	-0.60	-0.30	0.30	-0.10	0.10	0.60	-0.30
Mİ-8	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.60	0.00	0.10	0.30	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	0.10	-0.10	0.60	0.80	0.80	1.00	0.80	0.60
Mİ-9	0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.10	0.30	0.60	0.10	0.00	0.30	0.10	0.30	0.30	0.30	-0.10	0.10	-0.10	0.30	0.10	0.30	0.30	0.10	0.10
Mİ-10	0.60	0.80	0.60	0.10	-0.30	0.60	0.80	-0.10	-0.10	0.00	0.80	0.30	0.30	0.60	0.60	-0.30	-0.30	-0.10	0.80	0.60	0.80	0.80	0.80
Mİ-11	0.30	0.30	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	-0.10	-0.30	0.10	-0.60	0.00	-0.60	-0.10	-0.10	-0.10	-0.60	-0.30	-0.30	0.10	-0.10	0.30	0.30	0.10
Mİ-12	0.60	1.00	0.60	0.30	0.10	0.60	0.30	-0.30	-0.10	-0.10	0.80	0.00	0.30	0.60	0.30	-0.30	-0.10	0.30	0.80	0.60	0.30	0.30	0.30
Mİ-13	0.80	1.00	0.60	0.10	0.30	0.30	0.60	-0.10	-0.10	-0.10	0.30	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	-0.10	0.30	0.30	0.60	0.60	0.60
Mİ-14	0.10	0.60	0.30	-0.30	-0.10	-0.10	0.30	-0.10	-0.10	-0.30	0.30	-0.30	0.30	0.00	0.30	-0.10	-0.10	0.30	0.60	0.60	0.60	0.80	0.60
Mİ-15	0.30	0.60	0.60	-0.10	-0.10	0.60	0.60	-0.10	0.30	-0.30	0.30	-0.10	0.30	-0.10	0.00	-0.30	-0.10	-0.10	0.30	0.30	0.60	0.80	0.60
Mİ-16	0.30	0.60	0.60	0.30	0.30	0.80	0.80	0.10	0.10	0.60	0.80	0.60	0.60	0.30	0.60	0.00	0.60	0.60	0.80	0.60	0.80	0.80	0.30
Mİ-17	0.60	0.80	0.80	0.60	-0.10	0.60	0.80	0.30	0.30	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	0.30	-0.30	0.00	0.30	0.60	0.60	0.80	0.80	-0.10
Mİ-18	0.60	0.60	0.30	-0.10	-0.10	0.30	0.60	-0.30	-0.10	0.30	0.60	-0.10	0.30	-0.10	0.30	-0.30	-0.10	0.00	0.30	0.10	0.80	0.60	0.30
Mİ-19	0.30	0.30	0.30	-0.10	-0.30	-0.10	-0.10	-0.60	0.10	-0.60	0.10	-0.60	-0.10	-0.30	-0.10	-0.60	-0.30	-0.10	0.00	0.30	0.30	0.60	-0.10
Mİ-20	0.30	0.60	-0.10	-0.10	-0.30	-0.10	0.30	-0.60	-0.10	-0.30	0.30	-0.30	-0.10	-0.30	-0.10	-0.30	-0.30	0.10	-0.10	0.00	0.30	0.80	0.30
Mİ-21	-0.30	0.10	-0.10	-0.30	-0.30	-0.30	0.10	-0.81	-0.10	-0.60	-0.10	-0.10	-0.30	-0.30	-0.30	-0.60	-0.60	-0.60	-0.10	-0.10	0.00	0.60	0.30
Mİ-22	0.60	-0.10	0.30	-0.30	-0.30	-0.60	-0.30	-0.60	0.10	-0.60	-0.10	-0.10	-0.30	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.30	-0.30	-0.60	-0.30	0.00	-0.10
Mİ-23	0.30	0.30	-0.10	-0.60	-0.60	0.30	0.60	-0.30	0.10	-0.60	0.10	-0.10	-0.30	-0.30	-0.30	-0.10	0.30	-0.10	-0.12	-0.10	-0.10	0.30	0.00

Adım 2: Üyelik ve üye olmama fonksiyonların alt ve üst noktaları arasındaki farklar matrisi Denklem (4.16) ve (4.17) yardımıyla hesaplanarak Çizelge 5.3 ve 5.4'te verilmiştir.

$$d_{ik_l} = \mu_{ik_l}^2 - v_{ik_u}^2 \quad (4.16)$$

$$d_{ik_u} = \mu_{ik_u}^2 - v_{ik_l}^2 \quad (4.17)$$

Adım 3: Çarpımsal matris Denklem (4.18) ve (4.19) kullanılarak hesaplanarak Çizelge 5.5 ve 5.6'da verilmiştir.

$$s_{ik_l} = \sqrt{1000d_l} \quad (4.18)$$

$$s_{ik_u} = \sqrt{1000d_u} \quad (4.19)$$

Adım 4: Denklem (4.20) yardımıyla her bir kriter için tereddüt dereceleri hesaplanmış ve Çizelge 5.7'de verilmiştir.

$$\tau_{ik} = 1 - (\mu_{ik_u}^2 - \mu_{ik_l}^2) - (v_{ik_u}^2 - v_{ik_l}^2) \quad (4.20)$$

Adım 5: Hem tereddüt dereceleri hem de çarpım matrisi kullanılarak normalleştirilmemiş ağırlıklar Denklem (4.21) yardımıyla belirlenerek Çizelge 5.8'de verilmiştir.

$$t_{ik} = \frac{s_{ik_l} + s_{ik_u}}{2} \tau_{ik} \quad (4.21)$$

Çizelge 5.5 : Alt noktaların çarpım matrisi.

Müşteri İstekleri	Mİ-1	Mİ-2	Mİ-3	Mİ-4	Mİ-5	Mİ-6	Mİ-7	Mİ-8	Mİ-9	Mİ-10	Mİ-11	Mİ-12	Mİ-13	Mİ-14	Mİ-15	Mİ-16	Mİ-17	Mİ-18	Mİ-19	Mİ-20	Mİ-21	Mİ-22	Mİ-23
Mİ-1	1.00	2.82	1.41	0.06	0.35	0.71	0.71	0.35	0.35	0.13	0.35	0.13	0.06	0.71	0.35	0.35	0.13	0.13	0.35	0.35	2.82	0.13	0.35
Mİ-2	0.13	1.00	0.06	0.06	0.06	0.13	0.71	0.35	0.35	0.06	0.35	0.03	0.03	0.13	0.13	0.13	0.06	0.13	0.35	0.13	0.71	1.41	0.35
Mİ-3	0.35	7.94	1.00	0.35	0.35	2.82	0.35	0.35	0.35	0.13	1.41	0.13	0.13	0.35	0.13	0.13	0.06	0.35	0.35	1.41	1.41	0.35	1.41
Mİ-4	7.94	7.94	1.41	1.00	0.35	2.82	2.82	2.82	2.82	0.71	1.41	0.35	0.71	2.82	1.41	0.35	0.13	1.41	1.41	1.41	2.82	2.82	7.94
Mİ-5	1.41	7.94	1.41	1.41	1.00	16.41	2.82	2.82	1.41	2.82	2.82	0.71	0.35	1.41	1.41	0.35	1.41	1.41	2.82	2.82	2.82	2.82	7.94
Mİ-6	0.71	2.82	0.13	0.13	0.03	1.00	1.41	0.35	0.35	0.13	1.41	0.13	0.35	1.41	0.13	0.06	0.13	0.35	1.41	1.41	2.82	7.94	0.35
Mİ-7	0.71	0.71	1.41	0.13	0.13	0.35	1.00	0.13	0.13	0.06	1.41	0.35	0.13	0.35	0.13	0.06	0.06	0.13	1.41	0.35	0.71	2.82	0.13
Mİ-8	1.41	1.41	1.41	0.13	0.13	1.41	2.82	1.00	0.71	1.41	2.82	2.82	1.41	1.41	1.41	0.71	0.35	2.82	7.94	7.94	16.41	7.94	2.82
Mİ-9	1.41	1.41	1.41	0.13	0.35	1.41	2.82	0.71	1.00	1.41	0.71	1.41	1.41	1.41	0.35	0.71	0.35	1.41	0.71	1.41	1.41	0.71	0.71
Mİ-10	2.82	7.94	2.82	0.71	0.13	2.82	7.94	0.35	0.35	1.00	7.94	1.41	1.41	2.82	2.82	0.13	0.13	0.35	7.94	2.82	7.94	7.94	7.94
Mİ-11	1.41	1.41	0.35	0.35	0.13	0.35	0.35	0.13	0.71	0.06	1.00	0.06	0.35	0.35	0.35	0.06	0.13	0.13	0.71	0.35	1.41	1.41	0.71
Mİ-12	2.82	16.41	2.82	1.41	0.71	2.82	1.41	0.13	0.35	0.35	7.94	1.00	1.41	2.82	1.41	0.13	0.35	1.41	7.94	2.82	1.41	1.41	1.41
Mİ-13	7.94	16.41	2.82	0.71	1.41	1.41	2.82	0.35	0.35	0.35	1.41	0.35	1.00	0.35	0.35	0.13	0.35	0.35	1.41	1.41	2.82	2.82	2.82
Mİ-14	0.71	2.82	1.41	0.13	0.35	0.35	1.41	0.35	0.35	0.13	1.41	0.13	1.41	1.00	1.41	0.35	0.35	1.41	2.82	2.82	2.82	7.94	2.82
Mİ-15	1.41	2.82	2.82	0.35	0.35	2.82	2.82	0.35	1.41	0.13	1.41	0.35	1.41	0.35	1.00	0.13	0.35	0.35	1.41	1.41	2.82	7.94	2.82
Mİ-16	1.41	2.82	2.82	1.41	1.41	7.94	7.94	0.71	0.71	2.82	7.94	2.82	2.82	1.41	2.82	1.00	2.82	2.82	7.94	2.82	7.94	7.94	1.41
Mİ-17	2.82	7.94	7.94	2.82	0.35	2.82	7.94	1.41	1.41	2.82	2.82	1.41	1.41	1.41	1.41	0.13	1.00	1.41	2.82	2.82	7.94	7.94	0.35
Mİ-18	2.82	2.82	1.41	0.35	0.35	1.41	2.82	0.13	0.35	1.41	2.82	0.35	1.41	0.35	1.41	0.13	0.35	1.00	1.41	0.71	7.94	2.82	1.41
Mİ-19	1.41	1.41	1.41	0.35	0.13	0.35	0.35	0.06	0.71	0.06	0.71	0.06	0.35	0.13	0.35	0.06	0.13	0.35	1.00	1.41	1.41	2.82	0.35
Mİ-20	1.41	2.82	0.35	0.35	0.13	0.35	1.41	0.06	0.35	0.13	1.41	0.13	0.35	0.13	0.35	0.13	0.13	0.71	0.35	1.00	1.41	7.94	1.41
Mİ-21	0.13	0.71	0.35	0.13	0.13	0.13	0.71	0.03	0.35	0.06	0.35	0.35	0.13	0.13	0.13	0.06	0.06	0.06	0.35	0.35	1.00	2.82	1.41
Mİ-22	2.82	0.35	1.41	0.13	0.13	0.06	0.13	0.06	0.71	0.06	0.35	0.35	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.13	0.13	0.06	0.13	1.00	0.35
Mİ-23	1.41	1.41	0.35	0.06	0.06	1.41	2.82	0.13	0.71	0.06	0.71	0.35	0.13	0.13	0.13	0.35	1.41	0.35	1.41	0.35	0.35	1.41	1.00

Çizelge 5.6 : Üst noktaların çarpımsal matrisi.

Müşteri İstekleri	Mİ-1	Mİ-2	Mİ-3	Mİ-4	Mİ-5	Mİ-6	Mİ-7	Mİ-8	Mİ-9	Mİ-10	Mİ-11	Mİ-12	Mİ-13	Mİ-14	Mİ-15	Mİ-16	Mİ-17	Mİ-18	Mİ-19	Mİ-20	Mİ-21	Mİ-22	Mİ-23
Mİ-1	1.00	7.94	2.82	0.13	0.71	1.41	1.41	0.71	0.71	0.35	0.71	0.35	0.13	1.41	0.71	0.71	0.35	0.35	0.71	0.71	7.94	0.35	0.71
Mİ-2	0.35	1.00	0.13	0.13	0.13	0.35	1.41	0.71	0.71	0.13	0.71	0.06	0.06	0.35	0.35	0.35	0.13	0.35	0.71	0.35	1.41	2.82	0.71
Mİ-3	0.71	15.85	1.00	0.71	0.71	7.94	0.71	0.71	0.71	0.35	2.82	0.35	0.35	0.71	0.35	0.35	0.13	0.71	0.71	2.82	2.82	0.71	2.82
Mİ-4	15.85	15.85	2.82	1.00	0.71	7.94	7.94	7.94	7.94	1.41	2.82	0.71	1.41	7.94	2.82	0.71	0.35	2.82	2.82	2.82	7.94	7.94	15.85
Mİ-5	2.82	15.85	2.82	2.82	1.00	31.62	7.94	7.94	2.82	7.94	7.94	1.41	0.71	2.82	2.82	0.71	2.82	2.82	7.94	7.94	7.94	7.94	15.85
Mİ-6	1.41	7.94	0.35	0.35	0.06	1.00	2.82	0.71	0.71	0.35	2.82	0.35	0.71	2.82	0.35	0.13	0.35	0.71	2.82	2.82	7.94	15.85	0.71
Mİ-7	1.41	1.41	2.82	0.35	0.35	0.71	1.00	0.35	0.35	0.13	2.82	0.71	0.35	0.71	0.35	0.13	0.13	0.35	2.82	0.71	1.41	7.94	0.35
Mİ-8	2.82	2.82	2.82	0.35	0.35	2.82	7.94	1.00	1.41	2.82	7.94	7.94	2.82	2.82	2.82	1.41	0.71	7.94	15.85	15.85	31.62	15.85	7.94
Mİ-9	2.82	2.82	2.82	0.35	0.71	2.82	7.94	1.41	1.00	2.82	1.41	2.82	2.82	2.82	0.71	1.41	0.71	2.82	1.41	2.82	2.82	1.41	1.41
Mİ-10	7.94	15.85	7.94	1.41	0.35	7.94	15.85	0.71	0.71	1.00	15.85	2.82	2.82	7.94	7.94	0.35	0.35	0.71	15.85	7.94	15.85	15.85	15.85
Mİ-11	2.82	2.82	0.71	0.71	0.35	0.71	0.71	0.35	1.41	0.13	1.00	0.13	0.71	0.71	0.71	0.13	0.35	0.35	1.41	0.71	2.82	2.82	1.41
Mİ-12	7.94	31.62	7.94	2.82	1.41	7.94	2.82	0.35	0.71	0.71	15.85	1.00	2.82	7.94	2.82	0.35	0.71	2.82	15.85	7.94	2.82	2.82	2.82
Mİ-13	15.85	31.62	7.94	1.41	2.82	2.82	7.94	0.71	0.71	0.71	2.82	0.71	1.00	0.71	0.71	0.35	0.71	0.71	2.82	2.82	7.94	7.94	7.94
Mİ-14	1.41	7.94	2.82	0.35	0.71	0.71	2.82	0.71	0.71	0.35	2.82	0.35	2.82	1.00	2.82	0.71	0.71	2.82	7.94	7.94	7.94	15.85	7.94
Mİ-15	2.82	7.94	7.94	0.71	0.71	7.94	7.94	0.71	2.82	0.35	2.82	0.71	2.82	0.71	1.00	0.35	0.71	0.71	2.82	2.82	7.94	15.85	7.94
Mİ-16	2.82	7.94	7.94	2.82	2.82	15.85	15.85	1.41	1.41	7.94	15.85	7.94	7.94	2.82	7.94	1.00	7.94	7.94	15.85	7.94	15.85	15.85	2.82
Mİ-17	7.94	15.85	15.85	7.94	0.71	7.94	15.85	2.82	2.82	7.94	7.94	2.82	2.82	2.82	2.82	0.35	1.00	2.82	7.94	7.94	15.85	15.85	0.71
Mİ-18	7.94	7.94	2.82	0.71	0.71	2.82	7.94	0.35	0.71	2.82	7.94	0.71	2.82	0.71	2.82	0.35	0.71	1.00	2.82	1.41	15.85	7.94	2.82
Mİ-19	2.82	2.82	2.82	0.71	0.35	0.71	0.71	0.13	1.41	0.13	1.41	0.13	0.71	0.35	0.71	0.13	0.35	0.71	1.00	2.82	2.82	7.94	0.71
Mİ-20	2.82	7.94	0.71	0.71	0.35	0.71	2.82	0.13	0.71	0.35	2.82	0.35	0.71	0.35	0.71	0.35	0.35	1.41	0.71	1.00	2.82	15.85	2.82
Mİ-21	0.35	1.41	0.71	0.35	0.35	0.35	1.41	0.06	0.71	0.13	0.71	0.71	0.35	0.35	0.35	0.13	0.13	0.13	0.71	0.71	1.00	7.94	2.82
Mİ-22	7.94	0.71	2.82	0.35	0.35	0.13	0.35	0.13	1.41	0.13	0.71	0.71	0.35	0.13	0.13	0.13	0.13	0.35	0.35	0.13	0.35	1.00	0.71
Mİ-23	2.82	2.82	0.71	0.13	0.13	2.82	7.94	0.35	1.41	0.13	1.41	0.71	0.35	0.35	0.35	0.71	2.82	0.71	0.66	0.71	0.71	2.82	1.00

Çizelge 5.7 : Kriterlerin tereddüt dereceleri.

Müşteri İstekleri	Mİ-1	Mİ-2	Mİ-3	Mİ-4	Mİ-5	Mİ-6	Mİ-7	Mİ-8	Mİ-9	Mİ-10	Mİ-11	Mİ-12	Mİ-13	Mİ-14	Mİ-15	Mİ-16	Mİ-17	Mİ-18	Mİ-19	Mİ-20	Mİ-21	Mİ-22	Mİ-23
Mİ-1	1.00	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80
Mİ-2	0.70	1.00	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.70	0.70	0.70	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80
Mİ-3	0.80	0.80	1.00	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.70	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Mİ-4	0.80	0.80	0.80	1.00	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80
Mİ-5	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.81	0.70	0.70	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80
Mİ-6	0.80	0.70	0.70	0.70	0.81	1.00	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80
Mİ-7	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	1.00	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70
Mİ-8	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.70	1.00	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.81	0.80	0.70
Mİ-9	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Mİ-10	0.70	0.80	0.70	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80
Mİ-11	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Mİ-12	0.70	0.81	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	1.00	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80
Mİ-13	0.80	0.81	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70
Mİ-14	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.80	0.70
Mİ-15	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70
Mİ-16	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.70	0.80	0.70	1.00	0.70	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80
Mİ-17	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	1.00	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80
Mİ-18	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80
Mİ-19	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	1.00	0.80	0.80	0.70	0.80
Mİ-20	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80
Mİ-21	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.80	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	0.70	0.80
Mİ-22	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.70	1.00	0.80
Mİ-23	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00

Çizelge 5.8 : Normalleştirilmemiş ağırlıklar.

Müşteri İstekleri	Mİ-1	Mİ-2	Mİ-3	Mİ-4	Mİ-5	Mİ-6	Mİ-7	Mİ-8	Mİ-9	Mİ-10	Mİ-11	Mİ-12	Mİ-13	Mİ-14	Mİ-15	Mİ-16	Mİ-17	Mİ-18	Mİ-19	Mİ-20	Mİ-21	Mİ-22	Mİ-23
Mİ-1	1.00	3.77	1.69	0.08	0.43	0.85	0.85	0.43	0.43	0.17	0.43	0.17	0.08	0.85	0.43	0.43	0.17	0.17	0.43	0.43	3.77	0.17	0.43
Mİ-2	0.17	1.00	0.08	0.08	0.08	0.17	0.85	0.43	0.43	0.08	0.43	0.04	0.04	0.17	0.17	0.17	0.08	0.17	0.43	0.17	0.85	1.69	0.43
Mİ-3	0.43	9.52	1.00	0.43	0.43	3.77	0.43	0.43	0.43	0.17	1.69	0.17	0.17	0.43	0.17	0.17	0.08	0.43	0.43	1.69	1.69	0.43	1.69
Mİ-4	9.52	9.52	1.69	1.00	0.43	3.77	3.77	3.77	3.77	0.85	1.69	0.43	0.85	3.77	1.69	0.43	0.17	1.69	1.69	1.69	3.77	3.77	9.52
Mİ-5	1.69	9.52	1.69	1.69	1.00	19.45	3.77	3.77	1.69	3.77	3.77	0.85	0.43	1.69	1.69	0.43	1.69	1.69	3.77	3.77	3.77	3.77	9.52
Mİ-6	0.85	3.77	0.17	0.17	0.04	1.00	1.69	0.43	0.43	0.17	1.69	0.17	0.43	1.69	0.17	0.08	0.17	0.43	1.69	1.69	3.77	9.52	0.43
Mİ-7	0.85	0.85	1.69	0.17	0.17	0.43	1.00	0.17	0.17	0.08	1.69	0.43	0.17	0.43	0.17	0.08	0.08	0.17	1.69	0.43	0.85	3.77	0.17
Mİ-8	1.69	1.69	1.69	0.17	0.17	1.69	3.77	1.00	0.85	1.69	3.77	3.77	1.69	1.69	1.69	0.85	0.43	3.77	9.52	9.52	19.45	9.52	3.77
Mİ-9	1.69	1.69	1.69	0.17	0.43	1.69	3.77	0.85	1.00	1.69	0.85	1.69	1.69	1.69	0.43	0.85	0.43	1.69	0.85	1.69	1.69	0.85	0.85
Mİ-10	3.77	9.52	3.77	0.85	0.17	3.77	9.52	0.43	0.43	1.00	9.52	1.69	1.69	3.77	3.77	0.17	0.17	0.43	9.52	3.77	9.52	9.52	9.52
Mİ-11	1.69	1.69	0.43	0.43	0.17	0.43	0.43	0.17	0.85	0.08	1.00	0.08	0.43	0.43	0.43	0.08	0.17	0.17	0.85	0.43	1.69	1.69	0.85
Mİ-12	3.77	19.45	3.77	1.69	0.85	3.77	1.69	0.17	0.43	0.43	9.52	1.00	1.69	3.77	1.69	0.17	0.43	1.69	9.52	3.77	1.69	1.69	1.69
Mİ-13	9.52	19.45	3.77	0.85	1.69	1.69	3.77	0.43	0.43	0.43	1.69	0.43	1.00	0.43	0.43	0.17	0.43	0.43	1.69	1.69	3.77	3.77	3.77
Mİ-14	0.85	3.77	1.69	0.17	0.43	0.43	1.69	0.43	0.43	0.17	1.69	0.17	1.69	1.00	1.69	0.43	0.43	1.69	3.77	3.77	3.77	9.52	3.77
Mİ-15	1.69	3.77	3.77	0.43	0.43	3.77	3.77	0.43	1.69	0.17	1.69	0.43	1.69	0.43	1.00	0.17	0.43	0.43	1.69	1.69	3.77	9.52	3.77
Mİ-16	1.69	3.77	3.77	1.69	1.69	9.52	9.52	0.85	0.85	3.77	9.52	3.77	3.77	1.69	3.77	1.00	3.77	3.77	9.52	3.77	9.52	9.52	1.69
Mİ-17	3.77	9.52	9.52	3.77	0.43	3.77	9.52	1.69	1.69	3.77	3.77	1.69	1.69	1.69	1.69	0.17	1.00	1.69	3.77	3.77	9.52	9.52	0.43
Mİ-18	3.77	3.77	1.69	0.43	0.43	1.69	3.77	0.17	0.43	1.69	3.77	0.43	1.69	0.43	1.69	0.17	0.43	1.00	1.69	0.85	9.52	3.77	1.69
Mİ-19	1.69	1.69	1.69	0.43	0.17	0.43	0.43	0.08	0.85	0.08	0.85	0.08	0.43	0.17	0.43	0.08	0.17	0.43	1.00	1.69	1.69	3.77	0.43
Mİ-20	1.69	3.77	0.43	0.43	0.17	0.43	1.69	0.08	0.43	0.17	1.69	0.17	0.43	0.17	0.43	0.17	0.17	0.85	0.43	1.00	1.69	9.52	1.69
Mİ-21	0.17	0.85	0.43	0.17	0.17	0.17	0.85	0.04	0.43	0.08	0.43	0.43	0.17	0.17	0.17	0.08	0.08	0.08	0.43	0.43	1.00	3.77	1.69
Mİ-22	3.77	0.43	1.69	0.17	0.17	0.08	0.17	0.08	0.85	0.08	0.43	0.43	0.17	0.08	0.08	0.08	0.08	0.17	0.17	0.08	0.17	1.00	0.43
Mİ-23	1.69	1.69	0.43	0.08	0.08	1.69	3.77	0.17	0.85	0.08	0.85	0.43	0.17	0.17	0.17	0.43	1.69	0.43	0.83	0.43	0.43	1.69	1.00

Adım 6: Her bir müşteri isteğinin önem ağırlıkları Denklem (4.22) kullanılarak hesaplanarak Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9 : Müşteri isteklerinin önem ağırlığı ve sıralaması.

Mİ No	Normalleştirilmemiş önem ağırlıkları	Normalleştirilmiş önem ağırlıkları	Sıralama
Mİ-1	17.59	0.017	18
Mİ-2	8.14	0.008	23
Mİ-3	26.22	0.026	15
Mİ-4	69.21	0.067	7
Mİ-5	84.86	0.083	4
Mİ-6	30.61	0.030	12
Mİ-7	15.66	0.015	19
Mİ-8	83.83	0.082	5
Mİ-9	29.92	0.029	13
Mİ-10	96.23	0.094	2
Mİ-11	14.61	0.014	20
Mİ-12	74.32	0.072	6
Mİ-13	61.68	0.060	8
Mİ-14	43.41	0.042	11
Mİ-15	46.58	0.045	9
Mİ-16	102.16	0.100	1
Mİ-17	87.82	0.086	3
Mİ-18	44.93	0.044	10
Mİ-19	18.71	0.018	17
Mİ-20	27.65	0.027	14
Mİ-21	12.22	0.012	21
Mİ-22	10.79	0.011	22
Mİ-23	19.20	0.019	16

Çizelge 5.9 incelendiğinde, en önemli müşteri isteğinin 0.100 önem ağırlık değeri ile “Mİ-16 Şirketin mevcut sistem ve teknoloji altyapısına uygun olarak diğer uygulamalara (İK, ERP vb.) entegre edilebilmeli” olduğu görülmektedir. “Mİ-10 Öneri(ler) için ilave görsel, dosya, video vs. eklenmesine izin verebilmeli” ikinci, “Mİ-17 Değerlendirme sürecinde, yanlış departmana aktarılmış öneriler için yönlendirme yapabilmeli” ise üçüncü önemli müşteri isteğidir. “Mİ-2 Sekme ve yönlendirme sayfa sayısı minimum düzeyde, tek bir ekranda sürdürülebilir olmalı” müşteri isteği ise önem derecesi olarak son sırada yer almaktadır.

5.3 Aralık Değerli Pisagor Bulanık QFD Yöntemi Kullanılarak Fikir Öneri Sistemi Teknik Gereksinimlerinin Önceliklendirilmesi

Bu bölümde önceki bölümde belirlenmiş olan müşteri isteklerine göre fikir öneri sistemlerinde olması gereken teknik gereksinimlerin 4. bölümde açıklanan IVPF-QFD

yöntemi adımlarına göre önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bölümde Mİ ve TG'ler için ilişki analizi adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1: PF-AHP yöntemi ile önem ağırlıklarına göre listelenen ve Çizelge 5.9'da verilen Mİ'lerden önem ağırlığı 0.040'tan büyük olan 11 adet Mİ'nin seçilmesine karar verilmiş ve Çizelge 5.10'da verilmiştir. Mİ'lerin önem dereceleri olarak PF-AHP'den elde edilen önem ağırlıkları kullanılmıştır.

Çizelge 5.10 : Seçilen Mİ'lerin tanımları ve önem dereceleri

Mİ No	Mİ Açıklaması	Önem Derecesi
Mİ-16	Şirketin mevcut sistem ve teknoloji altyapısına uygun olarak diğer uygulamalara (İK, ERP vb.) entegre edilebilmeli	0.100
Mİ-10	Öneri(ler) için ilave görsel, dosya, video vs. eklenmesine izin verebilmeli	0.094
Mİ-17	Değerlendirme sürecinde, yanlış departmana aktarılmış öneriler için yönlendirme yapabilmeli	0.086
Mİ-5	Değerlendirme sürecinin tüm aşamalarının öneri sahibine eş zamanlı aktarmalı (şeffaf, izlenebilir süreçlere sahip)	0.083
Mİ-8	Hiyerarşideki tüm çalışanlara uygun bir kullanıma sahip olmalı	0.082
Mİ-12	Öneri sınıflandırılmasını makine öğrenmesi alt yapısı ile kendi içinde sağlayabilmeli	0.072
Mİ-4	Her zaman her yerde kolaylıkla erişilebilir (mobil, tablet, pc'ye uyumlu ekranlar-responsive) olmalı	0.067
Mİ-13	Ödül sahiplerinin sıralamalarını aylık/haftalık/yıllık olarak raporlamalı ve paylaşabilmeli	0.060
Mİ-15	Benzer öneriler için ilgili konu gruplandırmasında tarihi temel olarak önceliklendirme yapabilmeli	0.045
Mİ-18	Geçmişte onay/ret almış önerileri listeleyebilmeli	0.044
Mİ-14	Öneri tekrarının önüne geçmeli ya da aynı önerinin daha farklı birimlere uygulanmasına fırsat sunmalı	0.042

Adım 2: İki inovasyon yönetimi uzmanı, bir endüstri mühendisi ve bir iş analistinin ortak görüşleri doğrultusunda Çizelge 5.10'da verilen Mİ'leri sağlayacak TG'ler Çizelge 5.11'deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 5.11 : Uzman görüşleri sonucunda belirlenen TG'ler.

TG No	Açıklama
TG-1	Responsive web tabanlı kullanıcı arayüzü
TG-2	İş akışı mekanizması
TG-3	İş kuralı motoru
TG-4	Logging mekanizması
TG-5	API desteği
TG-6	Bildirim motoru
TG-7	Kullanıcı yönetimi
TG-8	Belge yönetim sistemi
TG-9	Organizasyon ve Yetkilendirme yönetimi
TG-10	Çoklu kiracılı bulut mimarisi (Multi-tenant)
TG-11	Veri analitiği ve dashboard
TG-12	Görev Zamanlayıcısı
TG-13	Yapay zekâ desteği

Responsive web tabanlı kullanıcı arayüzü, farklı cihazlarda ve ekran boyutlarında uygun şekilde görüntülenme sağlayan bir tasarım yaklaşımı sunar. İş akışı mekanizması, işin başlangıcından sonuna kadar olan adımları, görevleri ve etkileşimleri belirleyen bir yapıyı ifade eder. İş kuralı motoru, kurallar tabanını tanımlayarak belirli bir durumun ortaya çıkması durumunda alınacak eylemi tanımlar. Logging mekanizması, analiz etmek, sorunları tanımlamak ve çözmek, performans optimizasyonu yapmak ve güvenlik durumunu izlemek için önemlidir. API desteği, yazılım geliştiricilerine ve uygulama oluşturucularına belirli bir platformun veya hizmetin fonksiyonlarını genişletme ve entegrasyon imkanı tanır. Bildirim motoru belirli olaylar, durumlar veya bilgiler hakkında bildirimler gönderen bileşendir. Kullanıcı yönetimi, platform içindeki kullanıcı hesaplarını oluşturma, güncelleme, silme ve yönetme süreçlerini ifade eder. Belge yönetim sistemi organizasyonun belgelerini düzenlemek, depolamak, yönetmek ve paylaşmak için kullanılan bir sistemdir. Organizasyon ve yetkilendirme yönetimi, kaynaklara erişimi kontrol etmek, yönetmek ve düzenlemek için kullanılan sistemdir. Çoklu kiracılı bulut mimarisi (Multi-tenant), aynı hizmeti alan farklı kullanıcıların, aynı fiziksel veya sanal altyapıyı paylaştığı ancak birbirlerinden izole edildiğini ifade eder. Veri analitiği ve dashboard verilerden anlam çıkarmak için kullanılan bir süreçtir. Görev Zamanlayıcısı belirli görevleri otomatik olarak yürütmek veya belirli aralıklarla çalıştırmak için kullanılan bir özelliktir. Yapay zekâ desteği, sistemlerin daha akıllı, öğrenen ve özelleştirilebilir olmasını sağlar. Ele alınan TG'lerin iyileştirme yönü belirlenmiş ve Çizelge 4.2'den faydalanarak Çizelge 5.12'deki ilişki matrisi oluşturulmuştur.

Çizelge 5.12 : TG'ler, iyileştirme yönleri ve ilişki matrisi.

İyileştirme Yönü														
Neler	Önem Dereceleri	Nasıllar												
		TG-1	TG-2	TG-3	TG-4	TG-5	TG-6	TG-7	TG-8	TG-9	TG-10	TG-11	TG-12	TG-13
Mİ-16	0.100	ÇDİ	Yİ			ODİ		Yİ		Yİ	ÇDİ		ODİ	
Mİ-10	0.094						ÇDİ		KYİ					
Mİ-17	0.086		ÇYİ	KDİ				ÇYİ		ÇYİ				
Mİ-5	0.083		KYİ		Dİ									
Mİ-8	0.082		Dİ					ÇYİ		ÇYİ				
Mİ-12	0.072			ODİ								Dİ		ÇYİ
Mİ-4	0.062	KYİ					KDİ				KDİ			
Mİ-13	0.060			ODİ		Dİ						ÇYİ	ODİ	
Mİ-15	0.045			Yİ								Yİ		ODİ
Mİ-18	0.044		KYİ	KDİ	KDİ			KDİ				ÇDİ		KDİ
Mİ-14	0.042		ÇDİ	ODİ				ÇYİ		ÇYİ				Yİ

Adım 3: Çizelge 4.2’de verilen Pisagor bulanık ölçeği kullanılarak TG’lerin organizasyonel zorluk düzeyi belirlenmiş ve Çizelge 5.13’de verilmiştir.

Çizelge 5.13 : TG’lerin organizasyonel zorlukları.

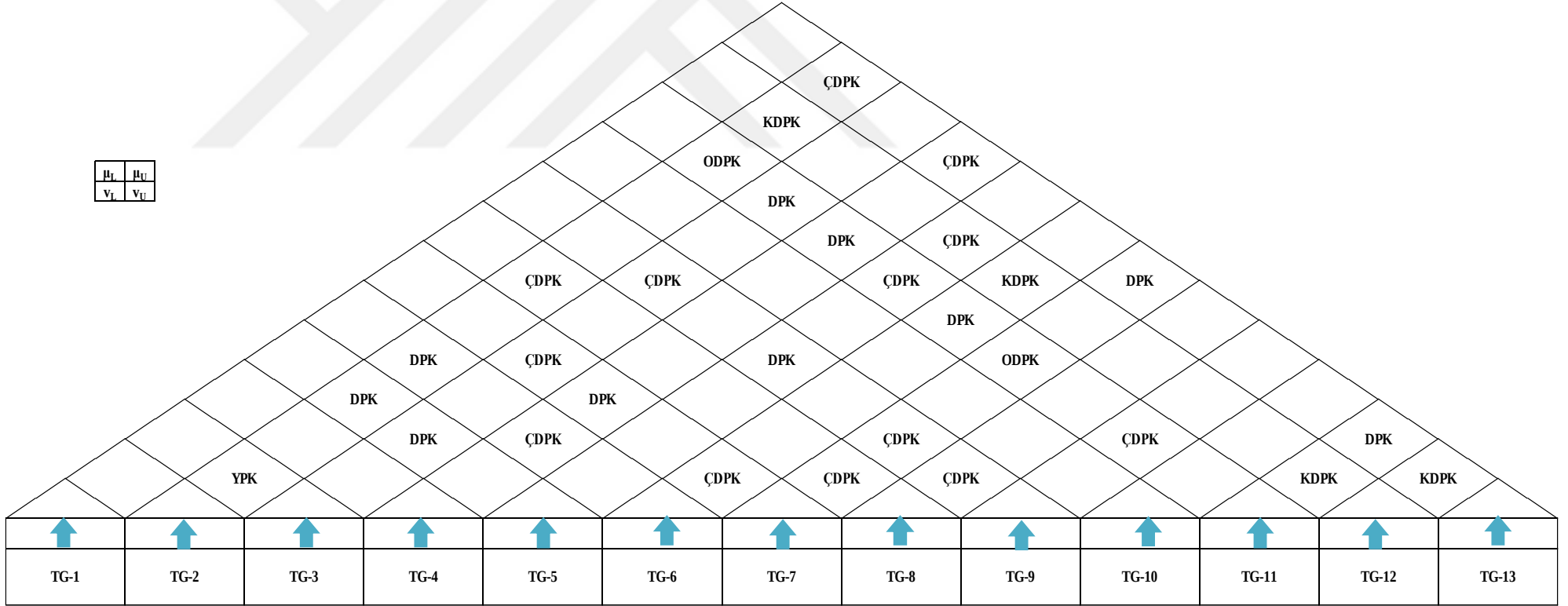
Neler	Nasıllar	TG-1	TG-2	TG-3	TG-4	TG-5	TG-6	TG-7	TG-8	TG-9	TG-10	TG-11	TG-12	TG-13
Mİ-1														
Mİ-..														
Organizasyonel zorluk		YZ	KYZ	KYZ	DZ	DZ	DZ	DZ	OSZ	OSZ	DZ	ÇYZ	OSZ	ÇYZ

Mİ’lerin ve TG’lerin organizasyonel zorluklarının IVPF değerleri ise Çizelge 5.14’te verilmiştir.

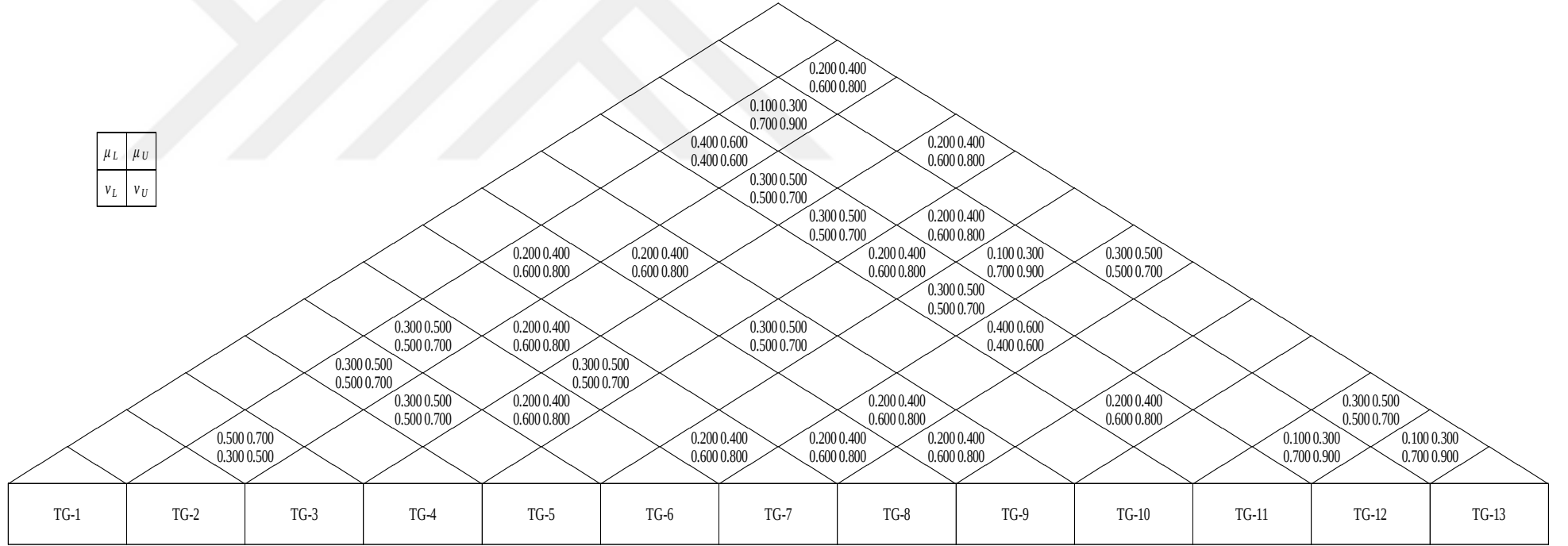
Adım 4: Çizelge 4.3’te verilen Pisagor bulanık ölçeği kullanılarak TG’ler arasındaki korelasyon matrisi Şekil 5.1’deki gibi oluşturulmuştur. Çizelge 5.4’teki her değerlendirme dört uzmanın ortak görüşleri doğrultusunda yapılmıştır. Çalışmada negatif korelasyon elde edilmemiştir. Şekil 5.2’de korelasyon matrisinin IVPF değerleri verilmiştir.

Çizelge 5.14 : İlişki matrisinin ve organizasyonel zorlukların IVPF değerleri.

TG'ler Mi'ler	TG-1	TG-2	TG-3	TG-4	TG-5	TG-6	TG-7	TG-8	TG-9	TG-10	TG-11	TG-12	TG-13
	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U
Mİ-16	0.200,0.400, 0.600,0.800	0.500,0.700, 0.300,0.500			0.400,0.600, 0.400,0.600		0.500,0.700, 0.300,0.500		0.500,0.700, 0.300,0.500	0.200,0.400, 0.600,0.800		0.400,0.600, 0.400,0.600	
Mİ-10						0.200,0.400, 0.600,0.800		0.700,0.900, 0.100,0.300					
Mİ-17		0.600,0.800, 0.200,0.400	0.100,0.300, 0.700,0.900				0.600,0.800, 0.200,0.400		0.600,0.800, 0.200,0.400				
Mİ-5		0.700,0.900, 0.100,0.300		0.300,0.500, 0.500,0.700									
Mİ-8		0.300,0.500, 0.500,0.700					0.600,0.800, 0.200,0.400		0.600,0.800, 0.200,0.400				
Mİ-12			0.400,0.600, 0.400,0.600								0.300,0.500, 0.500,0.700		0.600,0.800, 0.200,0.400
Mİ-4	0.700,0.900, 0.100,0.300					0.100,0.300, 0.700,0.900				0.100,0.300, 0.700,0.900			
Mİ-13			0.400,0.600, 0.400,0.600		0.300,0.500, 0.500,0.700						0.600,0.800, 0.200,0.400	0.400,0.600, 0.400,0.600	
Mİ-15			0.500,0.700, 0.300,0.500								0.500,0.700, 0.300,0.500		0.400,0.600, 0.400,0.600
Mİ-18		0.700,0.900, 0.100,0.300	0.100,0.300, 0.700,0.900	0.100,0.300, 0.700,0.900				0.100,0.300, 0.700,0.900			0.200,0.400, 0.600,0.800		0.100,0.300, 0.700,0.900
Mİ-14		0.200,0.400, 0.600,0.800	0.400,0.600, 0.400,0.600				0.600,0.800, 0.200,0.400		0.600,0.800, 0.200,0.400				0.500,0.700, 0.300,0.500
Organizasyonel zorluk	0.500,0.700, 0.300,0.500	0.700,0.900, 0.100,0.300	0.700,0.900, 0.100,0.300	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.400,0.600, 0.400,0.600	0.400,0.600, 0.400,0.600	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.600,0.800, 0.200,0.400	0.400,0.600, 0.400,0.600	0.600,0.800, 0.200,0.400



Şekil 5.1 : TG'lerin korelasyon matrisi.



Şekil 5.2 : Korelasyon matrisinin IVPF değerleri

Adım 5: Denklem (4.23)'te $\bar{M}_i$ 'lerin toplu dilsel önem değerlendirmelerini ($\bar{I}\bar{E}_i$) ve ilişki matrisindeki toplu dilsel terimleri ($\bar{R}$) ve toplu korelasyon etki faktörünü ($\bar{C}l$) çarparak ve ardından göreceli organizasyonel zorluğa ($\bar{R}\bar{O}\bar{D}$) bölerek her bir TG için mutlak önem elde edilmiştir. Çizelge 5.15 Denklem (4.24)'ün adım adım hesaplanmasını göstermektedir.

Çizelge 5.15 : Korelasyon etki faktörü hesaplamaları.

TG'ler	Her TG'nin diğer TG'lerle korelasyonları	Ayrı ayrı pozitif ve negatif korelasyonların toplamı				Pozitif ve negatif korelasyonların bulanıklaştırılmış toplamı	Durulaştırılmış pozitif ve negatif korelasyonların ortalaması	$(\bar{p}\bar{c}_j \ominus \bar{n}\bar{c}_j)$	$(n_{c_j}/(j-1)) * (\bar{p}\bar{c}_j \ominus \bar{n}\bar{c}_j)$
		μ_L, μ_U, v_L, v_U	μ_L, μ_U, v_L, v_U	π_L	π_U				
TG-1	0.500,0.700,0.300,0.500								
	0.300,0.500,0.500,0.700	0.563,0.786,0.150,0.350							
	0.300,0.500,0.500,0.700	0.610,0.777,0.075,0.245							
TG-2	0.200,0.400,0.600,0.800	0.627,0.777,0.045,0.196	0.605	0.357					
	0.400,0.600,0.400,0.600	0.681,0.764,0.018,0.118	0.536	0.402					
	0.100,0.300,0.700,0.900	0.683,0.769,0.013,0.106	0.533	0.398					
	0.200,0.400,0.600,0.800	0.693,0.772,0.008,0.085	0.519	0.397	3.228	0.461	0.461	0.293	
	0.300,0.500,0.500,0.700								
TG-3	0.200,0.400,0.600,0.800	0.356,0.608,0.300,0.560							
	0.200,0.400,0.600,0.800	0.403,0.669,0.180,0.448	0.805	0.352					
	0.300,0.500,0.500,0.700	0.488,0.723,0.090,0.314	0.754	0.379	3.132	0.783	0.783	0.498	
	0.200,0.400,0.600,0.800								
TG-4	0.300,0.500,0.500,0.700	0.356,0.608,0.300,0.560							
	0.300,0.500,0.500,0.700	0.454,0.695,0.150,0.392							
	0.200,0.400,0.600,0.800	0.488,0.725,0.090,0.314	0.754	0.377	3.135	0.784	0.784	0.499	
	0.300,0.500,0.500,0.700								
TG-5	0.200,0.400,0.600,0.800	0.356,0.608,0.300,0.560							
	0.200,0.400,0.600,0.800	0.403,0.669,0.180,0.448	0.805	0.352	2.947	0.982	0.982	0.625	
	0.200,0.400,0.600,0.800								
TG-6	0.300,0.500,0.500,0.700	0.356,0.608,0.300,0.560							
	0.100,0.300,0.700,0.900	0.368,0.645,0.210,0.504	0.820	0.330	2.857	0.952	0.952	0.606	
	0.200,0.400,0.600,0.800								
TG-7	0.200,0.400,0.600,0.800	0.280,0.543,0.360,0.640							
	0.400,0.600,0.400,0.600	0.476,0.703,0.144,0.384							
	0.300,0.500,0.500,0.700	0.542,0.739,0.072,0.269	0.701	0.381	3.160	0.790	0.790	0.503	
TG-8	0.200,0.400,0.600,0.800								
TG-9	0.200,0.400,0.600,0.800								
TG-10	0.000,0.000,0.000,0.000								
	0.100,0.300,0.700,0.900								
TG-11	0.300,0.500,0.500,0.700	0.315,0.563,0.350,0.630	0.778	0.286	2.446	1.223	1.223	0.778	
TG-12	0.100,0.300,0.700,0.900								
TG-13	0.000,0.000,0.000,0.000								

Her bir TG için mutlak önemi ($\tilde{AI}$) elde etmek için, ilk önce Mİ'lerin toplu dilsel önem değerlendirmeleri ($\tilde{IE}$) ve ilişki matrisindeki dilsel terimler ($\tilde{R}$) çarpılır. Elde edilen sonuç toplu korelasyon etki faktörüyle ($\tilde{CI}$) çarpılır ve ardından göreceli organizasyonel zorluğa ($\tilde{ROD}$) bölünür. Çizelge 5.16 her bir TG için göreceli organizasyonel zorluk değerlerinin nasıl hesaplandığını göstermektedir.

Çizelge 5.16 : Göreceli örgütsel zorlukların hesaplanması.

TG'ler	Organizasyon zorluğu			Durulaştırılmış organizasyonel zorluk	Organizasyonel zorlukların toplamı			Organizasyonel zorluğun durulaştırılmış toplamı	Göreceli organizasyonel zorluk
	μ_L, μ_U, v_L, v_U	π_L	π_U		μ_L, μ_U, v_L, v_U	π_L	π_U		
TG-1	0.500,0.700, 0.300,0.500	0.660	0.260	2.840					0.642
TG-2	0.700,0.900, 0.100,0.300	0.500	0.100	3.665	0.786,0.950, 0.030,0.150				0.828
TG-3	0.700,0.900, 0.100,0.300	0.500	0.100	3.665	0.897,0.991, 0.010,0.090				0.828
TG-4	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.660	0.260	1.981	0.907,0.993, 0.050,0.210				0.448
TG-5	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.660	0.260	1.981	0.916,0.995, 0.250,0.490				0.448
TG-6	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.660	0.260	1.981	0.924,0.996, 0.250,0.490				0.448
TG-7	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.660	0.260	1.981	0.931,0.997, 0.250,0.490				0.448
TG-8	0.400,0.600, 0.400,0.600	0.680	0.280	2.418	0.942,0.998, 0.200,0.420				0.546
TG-9	0.400,0.600, 0.400,0.600	0.680	0.280	2.418	0.952,0.999, 0.160,0.360				0.546
TG-10	0.300,0.500, 0.500,0.700	0.660	0.260	1.981	0.956,0.999, 0.200,0.420				0.448
TG-11	0.600,0.800, 0.200,0.400	0.600	0.200	3.254	0.972,1000, 0.100,0.280				0.735
TG-12	0.400,0.600, 0.400,0.600	0.680	0.280	2.418	0.977,1000, 0.080,0.240				0.546
TG-13	0.600,0.800, 0.200,0.400	0.600	0.200	3.254	0.985,1000, 0.080,0.240	0.023	-0.057	4.428	0.735

Çizelge 5.17 ilişki matrisinde Mİ'lerin toplu dilsel önem değerlendirmeleri ($\tilde{IE}$) ile toplu dilsel terimlerin ($\tilde{R}$) çarpımını göstermektedir. Göreceli mutlak önem ($\tilde{RAI}$) değerleri Denklem (4.26) ile elde edilmiştir. Nihai göreceli önem ve mutlak önem değerleri Çizelge 5.18 ile gösterilmektedir.

Çizelge 5.17 : $\tilde{I}\tilde{E}$ 'ler ile $\tilde{R}$ 'lerin çarpımı.

TG'ler	$\tilde{I}\tilde{E}_i$	$\tilde{R}_{hj}$	$\tilde{I}\tilde{E}_i \otimes \tilde{R}_{hj}$	$\bigoplus_{i=1}^T \tilde{I}\tilde{E}_i \otimes \tilde{R}_{hj}$			Durulaştırılmış
				μ_L, μ_U, v_L, v_U	π_L	π_U	
TG-1	0.100	0.200,0.400,0.600,0.800	0.064,0.131,0.950,0.978				
	0.067	0.700,0.900,0.100,0.300	0.210,0.325,0.857,0.923	0.219,0.348,0.814,0.902	0.289	0.065	0.772
	0.100	0.500,0.700,0.300,0.500	0.168,0.255,0.887,0.933				
TG-2	0.086	0.600,0.800,0.200,0.400	0.194,0.290,0.871,0.924	0.255,0.379,0.772,0.862			
	0.083	0.700,0.900,0.100,0.300	0.233,0.359,0.826,0.905	0.342,0.504,0.638,0.780			
	0.082	0.300,0.500,0.500,0.700	0.088,0.153,0.945,0.971	0.352,0.520,0.602,0.758			
	0.044	0.700,0.900,0.100,0.300	0.171,0.265,0.904,0.948	0.388,0.565,0.544,0.719			
	0.042	0.200,0.400,0.600,0.800	0.041,0.085,0.979,0.991	0.390,0.569,0.533,0.712	0.564	0.169	1.984
TG-3	0.086	0.100,0.300,0.700,0.900	0.029,0.090,0.970,0.991				
	0.082	0.400,0.600,0.400,0.600	0.119,0.190,0.928,0.959	0.123,0.209,0.900,0.950			
	0.060	0.400,0.600,0.400,0.600	0.102,0.163,0.947,0.970	0.159,0.264,0.851,0.922			
	0.045	0.500,0.700,0.300,0.500	0.113,0.173,0.947,0.969	0.195,0.313,0.807,0.893			
	0.044	0.100,0.300,0.700,0.900	0.021,0.064,0.984,0.995	0.196,0.319,0.794,0.889			
TG-4	0.042	0.400,0.600,0.400,0.600	0.085,0.136,0.962,0.979	0.214,0.345,0.764,0.870	0.371	0.123	0.949
	0.083	0.300,0.500,0.500,0.700	0.088,0.154,0.944,0.971				
	0.044	0.100,0.300,0.700,0.900	0.021,0.064,0.984,0.995	0.091,0.166,0.929,0.966	0.128	0.039	0.253
TG-5	0.100	0.400,0.600,0.400,0.600	0.131,0.209,0.912,0.950				
	0.060	0.300,0.500,0.500,0.700	0.075,0.131,0.959,0.979	0.151,0.245,0.875,0.930	0.211	0.075	0.492
TG-6	0.094	0.200,0.400,0.600,0.800	0.062,0.127,0.953,0.979				
	0.067	0.100,0.300,0.700,0.900	0.026,0.079,0.976,0.993	0.067,0.150,0.931,0.972	0.129	0.032	0.231
	0.100	0.500,0.700,0.300,0.500	0.168,0.255,0.887,0.933				
TG-7	0.086	0.600,0.800,0.200,0.400	0.194,0.290,0.871,0.924	0.255,0.379,0.772,0.862			
	0.082	0.600,0.800,0.200,0.400	0.190,0.283,0.876,0.928	0.315,0.462,0.677,0.800			
	0.042	0.600,0.800,0.200,0.400	0.136,0.205,0.935,0.962	0.342,0.496,0.632,0.770	0.483	0.161	1.586
TG-8	0.094	0.700,0.900,0.100,0.300	0.248,0.380,0.805,0.893				
	0.044	0.100,0.300,0.700,0.900	0.021,0.064,0.984,0.995	0.248,0.385,0.793,0.889	0.310	0.062	0.885
	0.100	0.500,0.700,0.300,0.500	0.168,0.255,0.887,0.933				
TG-9	0.086	0.600,0.800,0.200,0.400	0.194,0.290,0.871,0.924	0.255,0.379,0.772,0.862			
	0.082	0.600,0.800,0.200,0.400	0.190,0.283,0.876,0.928	0.315,0.462,0.677,0.800			
	0.042	0.600,0.800,0.200,0.400	0.136,0.205,0.935,0.962	0.342,0.496,0.632,0.770	0.483	0.161	1.586
TG-10	0.100	0.200,0.400,0.600,0.800	0.064,0.131,0.950,0.978				
	0.067	0.100,0.300,0.700,0.900	0.026,0.079,0.976,0.993	0.069,0.153,0.928,0.971	0.135	0.034	0.242
	0.072	0.300,0.500,0.500,0.700	0.082,0.143,0.951,0.975				
TG-11	0.060	0.600,0.800,0.200,0.400	0.163,0.244,0.908,0.947	0.182,0.281,0.864,0.923			
	0.044	0.500,0.700,0.300,0.500	0.112,0.171,0.948,0.970	0.213,0.326,0.819,0.895			
	0.042	0.200,0.400,0.600,0.800	0.041,0.085,0.979,0.991	0.217,0.336,0.802,0.886	0.310	0.101	0.820
TG-12	0.100	0.400,0.600,0.400,0.600	0.131,0.209,0.912,0.950				
	0.060	0.400,0.600,0.400,0.600	0.102,0.163,0.947,0.970	0.166,0.263,0.864,0.922	0.227	0.082	0.547
	0.072	0.600,0.800,0.200,0.400	0.178,0.266,0.891,0.936				
TG-13	0.045	0.400,0.600,0.400,0.600	0.088,0.141,0.960,0.977	0.198,0.299,0.855,0.915	0.230	0.074	
	0.044	0.100,0.300,0.700,0.900	0.021,0.064,0.984,0.995	0.199,0.305,0.841,0.911			
	0.042	0.500,0.700,0.300,0.500	0.110,0.167,0.951,0.971	0.227,0.346,0.800,0.885	0.309	0.098	0.837

Çizelge 5.18 : Mutlak önem ve bağıl mutlak önem değerleri ve sıralaması.

TG'ler	İlişki matrisinde önem derecelerinin ve terimlerin durulaştırılmış çarpımı	Durulaştırılmış korelasyon etki faktörü	Durulaştırılmış bağıl örgütsel zorluk	Mutlak önem	Bağıl mutlak önem	Sıralama
TG-1	0.772	0.000	0.642	0.470	0.053	9
TG-2	1.984	0.293	0.828	1.403	0.159	2
TG-3	0.949	0.498	0.828	0.778	0.088	5
TG-4	0.253	0.499	0.448	0.262	0.030	11
TG-5	0.492	0.625	0.448	0.552	0.063	7
TG-6	0.231	0.606	0.448	0.256	0.029	12
TG-7	1.586	0.503	0.448	1.646	0.187	1
TG-8	0.885	0.000	0.546	0.572	0.065	6
TG-9	1.586	0.000	0.546	1.026	0.116	3
TG-10	0.242	0.000	0.448	0.167	0.019	13
TG-11	0.820	0.778	0.735	0.840	0.095	4
TG-12	0.547	0.000	0.546	0.354	0.040	10
TG-13	0.837	0.000	0.735	0.482	0.055	8

Adım 6: Şekil 5.3, toplu dilsel terimleri ve bunlara karşılık gelen IVPF sayısal değerlerini, önerilen modelin adımlarında verilen tüm hesaplamaların nihai sonuçlarını birlikte sunmaktadır. Bu sonuçlara göre en önemli üç TG şu şekilde sıralanmıştır: “TG-7 Kullanıcı yönetimi”, “TG-2 İş akışı mekanizması” ve “TG-9 Organizasyon ve Yetkilendirme yönetimi”. “TG-10 Çoklu kiracılı bulut mimarisi (Multi-tenant)” teknik gereksinimi ise 0.019 bağıl mutlak önem değeri ile son sırada yer almıştır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnovasyon, ekonomik değişimlere hızlı tepki verme ve rekabet avantajı kazanma yeteneğini artırmaya katkıda bulunan yeni fikirlerin üretilmesi, geliştirilmesi ve uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, işletmelerin yeni bilgileri ürettiği ve ulusal ve küresel pazarlar için faydalı ürünlere, hizmetlere ve süreçlere dönüştürdüğü hem paydaşlar için değer yaratmaya hem de daha yüksek yaşam standartlarına yol açan bir süreçtir. İşletmelerin ürün, hizmet veya bunları oluşturan süreçler gibi başarılı inovasyonlar geliştirme yeteneği, dinamik iş ortamında rekabetçi kalabilmeleri ve uzun vadeli performansları için giderek daha önemli hale gelmiştir. İnovasyonların önemi, endüstrileri kökten değiştirebilecek radikal ürünlerden, üretim süreçlerinde israfı azaltan kademeli iyileştirmelere kadar uzanmaktadır. Ancak ister radikal ister kademeli olsun, her inovasyonun temelinde insan yer almaktadır. Bu bakımdan her çalışan, işvereni için değerli inovasyonlar üretebilecek yenilikçi fikirler üretme potansiyeline sahiptir. İşletme yöneticileri çalışanların bu yeniliği yönünü yakalayarak ilgili problemlere ve fırsatlara uygulayabilmeli ve nihayetinde onu değer yeniliklerine dönüştürebilmelidir. Aslında, yeniliği tanıma ve kullanma yeteneği, günümüz yöneticilerinin karşılaştığı zorluklardandır. Bu zorluğun üstesinden gelmenin yollarından biri inovasyon kaynağı olabilecek olan fikir öneri sistemleridir. Bu sistemler, yeniliği teşvik eden araçlar olarak tanımlanmıştır.

Öneri sistemi daha yenilikçi olmak isteyen kuruluşlar için çok önemli bir rol oynayan çalışan katılım aracının en eski biçimlerinden biridir. Çalışanları iş ve çalışma ortamları hakkında yenilikçi düşünmeye teşvik etmek ve kuruluşa fayda sağlayacak fikirler üretmek için yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Çalışanları daha yenilikçi düşünmeye, bu yenilikçi düşünceleri paylaşmaya ve yenilikçi fikirleri değerli inovasyonlara dönüştürmeye motive eden süreci de kolaylaştıran bir araçtır.

Fikir öneri sistemleri, çalışanların yanı sıra tedarikçi, müşteri ve diğer paydaşların yenilikçi fikirlerini ortaya çıkarmak için organizasyonlarda uygulanan kullanışlı bir araçtır. Bu alandaki araştırmalar, öneri sistemlerinin yeniliği teşvik eden, kullanılmayan fikir rezervlerini ortaya çıkaran ve hem ürün hem de süreç yeniliklerini

besleyen, iş yerinde iyileştirmeyi tetikleyen, çalışanlar arasında örgütsel bağlılığı ve hesap verebilirliği artıran, süreç etkinliğini artıran, para tasarrufu sağlayan veya yeni gelir elde edilmesine yardımcı olan bir mekanizma olduğunu açıklamaktadırlar.

Çalışan öneri sistemleri karlı bir yenilik kaynağı olabilir ancak tüm sistemler bunu eşit bir şekilde yerine getiremeyebilir. Herhangi bir çalışan değerli bir yenilikçi fikir kaynağı olabilse de yöneticiler, çalışanların yenilikçi fikirlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan özellikte öneri sistemlerini tasarlamalıdır. İyi bir öneri sistemi, iletişimi geliştirmede, ortak amaç duygusunu teşvik etmede ve güçlendirmede hayati bir rol oynamalıdır. Her organizasyonun kendi kültürü ve ihtiyaçları vardır ve öneri sistemi de buna göre şekillendirilmelidir. Ayrıca, fikir üretme faaliyetlerine dış ortakları dâhil ederek açık inovasyon sistemlerinin kurulması firmalara genellikle avantajlar sağlamıştır. En iyi fikirler herhangi bir çalışandan, her zaman, her yerde gelebilir. İnsanlar doğal olarak işlerini daha kolay, daha hızlı ve daha üretken hale getirmenin yollarını düşünürler. Ancak yararlı bir sistemin yokluğunda, çalışanların yenilikçi fikirleri kaybolabilir. Bazı firmalar ise fikirlerin kaybolmaması için oldukça fazla gayret sarf ederler. Bu açıdan bakıldığında, çalışanların veya dış paydaşların fikirlere katkıda bulunmasını kolaylaştıran bir sistemin tasarlanması iyi fikirlerin sunulma olasılığını artıracaktır. Bu yüzden, işletmelerin inovasyon sistemlerinin gelişmesine öncülük eden fikir öneri sistemlerinin tasarlanması sürecinde, bu sistemleri işletmelerinde kullanacak olan müşteri gereksinimlerinin belirlenmesi çok önemlidir. Çünkü müşterilerin beklentilerini karşılayamayacak ve fikirlerin ortaya çıkmasını teşvik etmeyecek bir sistemin tasarlanması hem firma açısından hem de çalışanların motivasyonu ve katılımı açısından dezavantajlı olacaktır. Ayrıca, müşteri gereksinimlerini belirlemekle kalmayıp sonraki aşamada bu gereksinimlerin önem derecelerinin belirlenip teknik gereksinimlerinin de tespit edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda hem müşteri gereksinimlerini hem de teknik gereksinimlerini birlikte ele QFD yöntemi öne çıkmaktadır. Çalışmanın materyal metot bölümünde ayrıntılı bir şekilde yapılan literatür çalışması baz alındığında QFD'nin birçok sektörde uygulandığı ve farklı yöntemlerle birlikte kullanılabilir olduğu sonucu elde edilmiştir. Fikir öneri sistemlerinin tasarlanmasında olduğu gibi müşteri gereksinimlerinin değerlendirilmesi süreçlerinde subjektif değerlendirmelerin önüne geçmek için bulanık kümeleri temel alan yöntemlerin kullanılması değerlendirmeleri daha hassas yapmaktadır. Literatüre bakıldığında ise fikir öneri sistemlerinin tasarlanmasında

bulanık AHP ve bulanık QFD yöntemlerinin kullanılmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, son yıllarda ortaya çıkan ve klasik bulanık kümelerden daha hassas bir değerlendirme yapan bulanık Pisagor yöntemlerinin de kullanılmadığı görülmüştür. Bu yüzden bu çalışmada, kurumsal inovasyon sistemlerindeki fikir öneri sisteminin yalın ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmasında Pisagor bulanık AHP ile bütünleştirilmiş aralık değerli Pisagor bulanık QFD yöntemi kullanılmıştır. Burada, Pisagor bulanık AHP yöntemi ile fikir öneri sisteminde yer alması gereken müşteri gereksinimlerinin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra, bu önem ağırlıkları aralık değerli Pisagor bulanık QFD yönteminde kullanılarak hem müşteri gereksinimlerinin hem de bu gereksinimleri karşılayacak olan teknik gereksinimlerinin önem sıralaması elde edilmiştir. Çalışmanın Pisagor Bulanık AHP sonuçları 0.100 önem ağırlığı ile “Şirketin mevcut sistem ve teknoloji altyapısına uygun olarak diğer uygulamalara (İK, ERP) entegre edilebilen” müşteri isteğinin fikir öneri sistemlerindeki en önemli istek olduğunu göstermiştir. Bu kriter, söz konusu ürün ve yazılımın, şirketin mevcut bilgi teknolojisi altyapısına sorunsuz bir şekilde entegre olabilme ve bu altyapıdaki diğer uygulamalarla uyumlu bir işbirliği yeteneği anlamına gelir. Fikir öneri sistemlerinde, veri bütünlüğünü ve tutarlılığını sağlayacak bir entegrasyon düzeyine sahip olduğunda öneri ve geri bildirimleri içeren verilerin diğer sistemlerle eş zamanlı senkronizasyonunu sağlayarak ekstra veri girişini önleyecek ve tutarlı bir veri tabanının oluşturulmasını mümkün kılacaktır. Şirketin diğer sistemlerine entegrasyonu, iş süreçlerini yönetmek ve bilgiye daha hızlı erişim sağlamak için tek bir platformda yürütülmesini sağlayarak bu süreçlerde harcanan süreyi azaltarak verimliliği artırarak veri takibini kolaylaştıracaktır. Analiz etme aşamasında tek bir platformun referans alınması karar vericilerin platformlar arası bilgi toplama sırasında kaybolan zamanı engelleyecek ve tüm dikkatin tek bir noktada toplanmasını sağlayacaktır. Farklı ihtiyaçlara yanıt verebilen farklı sistemler yerine mevcut sistemlere uygun olarak bütünleşme yeni sistem kurma maliyetlerini azaltarak mevcut kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanıyacaktır. İş süreçlerini daha etkili hale getirmek, bilgi paylaşımını artırmak ve genel sistem etkinliğini geliştirmek açısından bu özellik önemlidir. Çalışmanın sonuçları bir fikir öneri sisteminin uyum yeteneğinin gerekliliğinin altını çizmiştir. 0.094 önem ağırlığı ile “Öneri(ler) için ilave görsel, dosya, video vs. eklenmesine izin verebilmeli” kriteri önem sıralamasında ikinci müşteri isteği olarak sonuçlanmıştır. Bu kriter, yazılı olarak yeterince açıkça ifade edilemeyen öneriler için iyi bir referans olma özelliği sunarak

karar vericiler için anlaşılabilirlik sağlar. Karar vericilerin çeşitli öğrenme becerilerine tek bir seferde dokunarak kendileri için en iyi anlama şeklini tercih edebilme imkânı oluşturur. Etkileşimi zenginleştirir, karmaşık ya da yeterli olmayan açıklamalar yüzünden reddedilmesi düşünülen önerilerin daha açık ve net hale dönüştürerek gerçek önemini vurgulamaya yardımcı olur. Önerinin sunulması ve geliştirilme evresinde destekleyici bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Öneri değerlendirmesinde oluşabilecek belirsizliklerin önüne geçmek için de dosya desteğinin önemli bir kriter olduğu görülmektedir. 0.086 önem ağırlığı ile “Değerlendirme sürecinde, yanlış departmana aktarılmış öneriler için yönlendirme yapabilmeli” ise üçüncü önemli müşteri isteği olarak karşımıza çıkmıştır. Öneri sürecindeki insan hataları, iletişim eksiklikleri veya yönlendirme süreçlerindeki yanlışlıklar nedeniyle doğru departmana ulaşmayan öneriler için değerlendirme sürecindeki yönlendirmenin gerekliliğini vurgular. Önerilerin daha etkili bir şekilde değerlendirilmesini ve gerektiğinde aksiyon alınmasını sağlayarak analizin ilgili birimdeki kişiler tarafından yapılacağı anlamına gelir ve daha bir hızlı değerlendirme süreci sunarak daha hızlı aksiyon alabilmeyi de sağlar. Öneri sahibine değerlendirmenin doğru yerde yapılacağı konusundaki güveni verir. Öncelikleri belirlemeye ve uygulanabilir önerilere odaklanmaya yarayan bu kriter sistemin esnek yapısını belirtir. 0.083 önem ağırlığı ile “Değerlendirme sürecinin tüm aşamalarının öneri sahibine eş zamanlı aktarmalı (şeffaf, izlenebilir süreçlere sahip)” önem ağırlığı yüksek dördüncü müşteri isteği olarak gerçekleşmiştir. Bu isteğin karşılanması öneri sahibine güncel bilgilerin iletilerek sisteme güvenirlilik katarak katılımcı motivasyonunu desteklemesi açısından önemlidir. 0.082 ile “Hiyerarşideki tüm çalışanlara uygun bir kullanıma sahip olmalı” beşinci önemli müşteri isteğidir. Fikir öneri sistemlerinde hiyerarşide aşağıdan yukarıya tüm katılımcıların önerilerini paylaşmalarına imkân sunarak amaca yönelik özellik sunar. Tüm çalışanları tanır ve öneri yazmalarını sağlar.

Çalışmanın sonraki aşamasında önem ağırlıkları 0.04’ten yüksek olan müşteri istekleri IVPF-QFD ile bütünleştirilerek TG’lerin önceliklendirmesi gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 0.187 bağıl mutlak önem değeri ile “Kullanıcı yönetimi” en önemli TG olarak tespit edilmiştir. Kullanıcı yönetimi, her bir kullanıcı bilgisinin sisteme tanımlanmasına, tanımlanmış kullanıcının sistemden çıkartılmasına, kullanıcı adı ve şifre ile güvenliğin sağlanmasına ve bu kullanıcılara yetkilendirme vererek görev ataması yapılmasına olanak sağlar. Sistemde kimlerin yönlendirme yapabileceğinin

izni de bu özellik ile gerçekleştirilir. Kullanıcılar öneri değerlendirmesinin ilgili birimdeki kim tarafından gerçekleştirileceğini ya da kime yönlendirildiğini görebilir. Ayrıca kullanıcıların günlük işlem bilgileri de kullanıcı yönetimi kapsamındadır ve veri analizi için önemli bir husustur. Bu teknik özellik kurumdaki tüm çalışanlar için kullanıcı bilgisi ve görevlendirmesi kapsamında olduğundan müşteri isteklerindeki “Değerlendirme sürecinde, yanlış departmana aktarılmış öneriler için yönlendirme yapabilmeli” ve “Hiyerarşideki tüm çalışanlara uygun bir kullanıma sahip olmalı” kriterleri ile eşleştirilebilmektedir. “İş akışı mekanizması” 0.159 ile bağlı mutlak önem değeri ile en önemli ikinci TG olarak gerçekleşmiştir. İlgili gereksinim, yapılanmaya uygun akış yapısının kurulmasına, kullanıcıların hiyerarşik olarak görev yetkilendirmesinin yapılmasına olanak sağlar. Değerlendirme sürecinin tüm aşamalarının öneri sahibine eş zamanlı aktarılmasına olanak tanır. Onay sürecinde önerinin kimde beklediğini görebilen bir izlenebilirlik sağlar. Her aşamada güncel bilgilerin şeffaf bir şekilde aktarılması ile sisteme ve değerlendircilere güven duyulmasını sağlayarak katılımcı motivasyonunu artırır. Böylece iş akışı mekanizmasının müşteri ihtiyaçlarındaki “Değerlendirme sürecinin tüm aşamalarının öneri sahibine eş zamanlı aktarmalı (şeffaf, İzlenebilir süreçlere sahip)”, “Geçmişte onay/ret almış önerileri listeleyebilmeli”, “Değerlendirme sürecinde, yanlış departmana aktarılmış öneriler için yönlendirme yapabilmeli” ve “Şirketin mevcut sistem ve teknoloji altyapısına uygun olarak diğer uygulamalara (İK, ERP vb.) entegre edilebilmeli” kriterlerini karşıladığı görülmektedir. 0.116 ile “Organizasyon ve Yetkilendirme yönetimi” üçüncü TG olarak sonuçlanmıştır. Kullanıcıların ve iş süreçlerinin düzenlenmesi, yetkilendirilmesi ve yönetilmesini ifade eden bu özellik sistemdeki kullanıcılar için roller belirlemeye yarar. Öneri verebilecek kullanıcıları ve değerlendircileri belirleyip sistemdeki kullanıcıların ve yetkilerin oluşturulmasını sağlayarak iş akışı yönetimini destekler. Kullanıcıların işlem kısıtlarına ve hangi bilgilere erişebilecekleri konusunda sınırlamalar ve izinler belirleyerek farklı erişim seviyelerini destekler. Böylece verilerin ne kadarının hangi kullanıcılar için açık veri olarak paylaşılacağını belirleyebilir. Tüm bu yetkilendirmeler ele alındığında müşteri isteklerindeki “Değerlendirme sürecinde, yanlış departmana aktarılmış öneriler için yönlendirme yapabilmeli”, “Hiyerarşideki tüm çalışanlara uygun bir kullanıma sahip olmalı”, “Her zaman her yerde kolaylıkla erişilebilir (mobil, tablet, PC’ye uyumlu ekranlar-responsive) olmalı” ve “Şirketin mevcut sistem ve teknoloji altyapısına uygun olarak diğer uygulamalara (İK, ERP vb.) entegre edilebilmeli” kriterleri ile

eşleşebildiği görülmektedir. 0.095 bağıl mutlak önem değeri ile “Veri analitiği ve dashboard” dördüncü önemli TG olarak sonuçlanmıştır. Bu teknik özellik organizasyondaki tüm kullanıcılar için verileri anlamlandırmaya yarar. Anahtar performans göstergeleri veya metriklerden yararlanarak platformdaki tüm etkileşimin özet değerlendirmesini içerir. Güncellenen verileri gösterme yeteneği sunar. Büyük verinin görsel, tablo ve grafik olarak özetlenmesine imkân tanır. Önerilerin müşteri isteklerinde belirtildiği gibi “Ödül sahiplerinin sıralamalarını aylık/haftalık/yıllık olarak raporlamalı ve paylaşabilmeli”, “Benzer öneriler için ilgili konu gruplandırmasında tarihi temel alarak önceliklendirme yapabilmeli” kriterlerini karşılayabilme özelliğine sahiptir.

Çalışmanın en önemli TG’lerine bakıldığında müşteri isteklerini karşılaması sebebiyle sonuçların anlamlı olduğu görülmektedir. Çalışma müşteri ve kullanıcı isteklerine riayet eden teknik gereksinimleri belirlemiştir. Elde edilen sonuçlar fikir öneri sistemi tasarlamak isteyen firmalar için yol gösterici olma niteliği taşımayı amaçlamıştır. Ayrıca, PF-AHP ile bütünleştirilmiş IVPF-QFD yaklaşımını fikir öneri sistemleri tasarlanmasında kullanılan ilk çalışma olma özelliği ile literatürdeki boşluğu doldurmayı ve firmalar için fikir öneri sistemlerinin önemini vurgulamayı amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar gelecekteki çalışmalar için ilham verici bir kilometre taşıdır. Gelecekteki çalışmalarda, bu çalışmanın sonuçları baz alınarak web tabanlı bir öneri sistemi yazılımı geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Abdolshah, M., & Moradi, M.** (2013). Fuzzy quality function deployment: an analytical literature review. *Journal of Industrial Engineering*, 2013.
- Akao, Y., & Mazur, G. H.** (2003). The leading edge in QFD: past, present and future. *International journal of quality & reliability management*, 20(1), 20-35.
- Alkan, N.** (2019). *Yalın tedarik zinciri kapsamında sanayi 4.0 için sektörel önceliklendirmenin bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımıyla analizi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Atanassov, K.** (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20, 87–96
- Atanassov, K., & Gargov, G.** (1989). Interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 31(3), 343–349
- Ayyildiz, E., & Taskin Gumus, A.** (2021). Pythagorean fuzzy AHP based risk assessment methodology for hazardous material transportation: an application in Istanbul. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35798-35810
- Basadur, M., Wakabayashi, M., & Takai, J.** (1992). Training effects on the divergent thinking attitudes of Japanese managers. *International Journal of Intercultural Relations*, 16(3), 329-345.
- Benbya, H., & Leidner, D.** (2018). How Allianz UK Used an Idea Management Platform to Harness Employee Innovation. *MIS Quarterly Executive*, 17(2).
- Bos-Nehles, A., Renkema, M., & Janssen, M.** (2017). HRM and innovative work behaviour: A systematic literature review. *Personnel review*, 46(7), 1228-1253
- Brem, A., & Voigt, K. I.** (2007). Innovation management in emerging technology ventures—the concept of an integrated idea management. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 7(3), 304-321.
- Büyüközkan, G., & Çifçi, G.** (2020). Extending QFD with pythagorean fuzzy sets for sustainable supply chain management. In *Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making: Proceedings of the INFUS 2019 Conference, Istanbul, Turkey, July 23-25, 2019* (pp. 123-132). Springer International Publishing.
- Celik, M. T., & Yildiz, A.** (2022). Evaluation of Green Innovation Criteria by Using Pythagorean Fuzzy AHP Method. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 11(2), 2185-2193.
- Chan, L. K., & Wu, M. L.** (2002). Quality function deployment: a comprehensive review of its concepts and methods. *Quality engineering*, 15(1), 23-35.
- Chan, L. K., & Wu, M. L.** (2005). A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example. *Omega*, 33(2), 119-139.

- Charles, A. A., & Chucks, O. K.** (2012). Adopting the Kaizen suggestion system in South African Lean automotive components companies. *Science Journal of Business Management*, 2012.
- Chen G., Pham T.T.** (2001). Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems, CRC Press, USA.
- Chen, L. H., & Ko, W. C.** (2009). Fuzzy linear programming models for new product design using QFD with FMEA. *Applied mathematical modelling*, 33(2), 633-647.
- Cohendet, P., & Simon, L.** (2015). Introduction to the special issue on creativity in innovation. *Technology Innovation Management Review*, 5(7).
- Cristiano, J. J., Likier, J. K., & CC III, W.** (2001). Key factors in the successful application of quality function deployment (QFD). *IEEE transactions on engineering management*, 48(1), 81-95.
- Cropley, D. H., Kaufman, J. C., & Cropley, A. J.** (2011). Measuring creativity for innovation management. *Journal of technology management & innovation*, 6(3), 13-30.
- Çalık, A.** (2021). A novel Pythagorean fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology for green supplier selection in the Industry 4.0 era. *Soft Computing*, 25(3), 2253-2265.
- Darragh-Jeromos, P.** (2005), System that works for you, Super Vision, Vol. 66, No 7, pp. 18
- Demiralay, E., Çopur, E. H., & Paksoy, T.** (2022). Spaceport Selection Using A Novel Hybrid Pythagorean Fuzzy AHP & TOPSIS Based Methodology: A Case Study of Turkey: A case study of Turkey. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 15(1), 1-17.
- Deveci, M., Eriskin, L., & Karatas, M.** (2021). A survey on recent applications of pythagorean fuzzy sets: a state-of-the-art between 2013 and 2020. *Pythagorean Fuzzy Sets*, 3-38
- Deveci, M., Öner, S. C., Canitez, F., & Öner, M.** (2019). Evaluation of service quality in public bus transportation using interval-valued intuitionistic fuzzy QFD methodology. *Research in Transportation Business & Management*, 33, 100387.
- Deveci, M., Öner, S. C., Canitez, F., & Öner, M.** (2019). Evaluation of service quality in public bus transportation using interval-valued intuitionistic fuzzy QFD methodology. *Research in Transportation Business & Management*, 33, 100387.
- Dogan, E.** (2017). A strategic approach to innovation. *Journal of Management, Marketing and Logistics (JMML)*, 4(3), 290-300
- Ejegwa, P. A.** (2021). Generalized triparametric correlation coefficient for Pythagorean fuzzy sets with application to MCDM problems. *Granular Computing*, 2021, 6.3: 557-566.
- Ekvall, G.** (1971). Creativity at the place of work: A study of suggestors and suggestion systems in the Swedish mechanical industry.
- Erdil, N. O., & Arani, O. M.** (2019). Quality function deployment: more than a design tool. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(2), 142-166.

- Erol, E., Özcan, E., & Eren, T. (2021). A hybrid decision making model for the selection of occupational safety specialist in power plants. *Journal of Turkish Operations Management (JTOM)*, 5(1).
- Ersöz, F., & Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Fagerberg, J. (2004). Innovation: A guide to the literature. *Georgia Institute of Technology*.
- Fairbank, J. F., & Williams, S. D. (2001). Motivating creativity and enhancing innovation through employee suggestion system technology. *Creativity and innovation management*, 10(2), 68-74.
- Feldman, M. (2004). The significance of innovation. *Rotman School of Management, University of Toronto*, 1-14.
- Ford, C. M. (1996). A theory of individual creative action in multiple social domains. *Academy of Management review*, 21(4), 1112-1142.
- Frese, M., Teng, E., & Wijnen, C. J. (1999). Helping to improve suggestion systems: Predictors of making suggestions in companies. *Journal of Organizational Behavior*, 20(7), 1139-1155.
- Gronum, S., Verreynne, M. L., & Kastle, T. (2012). The role of networks in small and medium-sized enterprise innovation and firm performance. *Journal of Small Business Management*, 50(2), 257-282.
- Gul, M. (2018). Application of Pythagorean fuzzy AHP and VIKOR methods in occupational health and safety risk assessment: the case of a gun and rifle barrel external surface oxidation and colouring unit. *International journal of occupational safety and ergonomics*.
- Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K., & Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance. *International Journal of production economics*, 133(2), 662-676.
- Haktanır, E., & Kahraman, C. (2019). A novel interval-valued Pythagorean fuzzy QFD method and its application to solar photovoltaic technology development. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 361-372.
- Haktanir, E. (2020). Prioritization of Competitive Suppliers Using an Interval-Valued Pythagorean Fuzzy QFD & COPRAS Methodology. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, 34.
- Hartmann, A. (2008). Overcoming resistance to innovation: the integration champion in construction. *Clients driving innovation*. 157.
- Ilbahar, E., Karaşan, A., Cebi, S., & Kahraman, C. (2018). A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety science*, 103, 124-136.
- Işıklar, G., & Büyüközkan, G. (2007). Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives. *Computer Standards & Interfaces*, 29(2), 265-274.
- Jabeen, F., Mehmood, K., & Mehrajunnisa, M. (2020, June). Strategic drivers to promote employee suggestion schemes in GCC organizations. In *Evidence-based HRM: A Global Forum for Empirical Scholarship*. Emerald Publishing Limited.
- Juran, J. M. (1999). How to think about quality. *JM Juran, AB Godfrey, RE Hoogstoel, and EG, Schilling (Eds.): Quality-Control Handbook*. New York: McGraw-Hill.

- Karasan, A., Ilbahar, E., & Kahraman, C.** (2019). A novel pythagorean fuzzy AHP and its application to landfill site selection problem. *Soft Computing*, 23(21), 10953-10968.
- Kaya, A., Çiçekalan, B., & Çebi, F.** (2020). Location selection for WEEE recycling plant by using Pythagorean fuzzy AHP. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(1), 1097-1106.
- Kesting, P., & Ulhøi, J. P.** (2010). Employee-driven innovation: extending the license to foster innovation. *Management decision*, 48(1), 65-84.
- Kim, Y., & Chung, E. S.** (2013). Fuzzy VIKOR approach for assessing the vulnerability of the water supply to climate change and variability in South Korea. *Applied Mathematical Modelling*, 37(22), 9419-9430.
- Kline, S. J., & Rosenberg, N.** (2010). An overview of innovation. Studies on science and the innovation process: *Selected works of Nathan Rosenberg*, 173-203.
- Klir, G., & Yuan, B.** (1995). Fuzzy sets and fuzzy logic.
- Kruger, M. E.** (2005). *Creativity in the entrepreneurship domain* (Doctoral dissertation, University of Pretoria).
- Lasrado ve diğ.** (2015). The determinants for sustainability of an employee suggestion system. *International Journal of Quality & Reliability Management.*, 32(2), 182-210.
- Lasrado, F.** (2012). An overview of employee suggestion schemes: The past, present and the future. *Skyline Business Journal*, 8(1), 15-22.
- Lee, A. H., Kang, H. Y., Lin, C. Y., & Chen, J. S.** (2017). A novel fuzzy quality function deployment framework. *Quality technology & quantitative management*, 14(1), 44-73.
- Lendel, V., Hittmár, Š., & Siantová, E.** (2015). Management of innovation processes in company. *Procedia economics and finance*, 23, 861-866.
- Liao, H., Chang, Y., Wu, D., & Gou, X.** (2020). Improved approach to quality function deployment based on Pythagorean fuzzy sets and application to assembly robot design evaluation. *Frontiers of Engineering Management*, 7(2), 196-203.
- Luo, Y., Ni, M., & Zhang, F.** (2023). A design model of FBS based on interval-valued Pythagorean fuzzy sets. *Advanced Engineering Informatics*, 56, 101957.
- Mehrajunnisa, M., & Jabeen, F.** (2020). Antecedents to employee suggestion schemes: the study of UAE. *The TQM Journal*, 32(3), 497-519.
- Mohd, W. R. W., & Abdullah, L.** (2017, November). Pythagorean fuzzy analytic hierarchy process to multi-criteria decision making. In *AIP conference proceedings* (Vol. 1905, No. 1, p. 040020). AIP Publishing LLC.
- Neagoe, L. N., & Klein, V. M.** (2009). Employee suggestion system (Kaizen Teian) the bottom-up approach for productivity improvement. *Control*, 10(3), 26-27.
- Oslo Kılavuzu,** (2005). Yenilik verilerinin toplanması ve yorumlanması için ilkeler. çev. *TÜBİTAK*, 3.
- Ostrowski, D., & Jagodziński, J.** (2021). Operation of an employee suggestion system in administration and production departments of a remanufacturing company. *Journal of Remanufacturing*, 11(2), 107-120.
- Oztaysi, B., Cevik Onar, S., & Kahraman, C.** (2020). Social open innovation platform design for science teaching by using pythagorean fuzzy

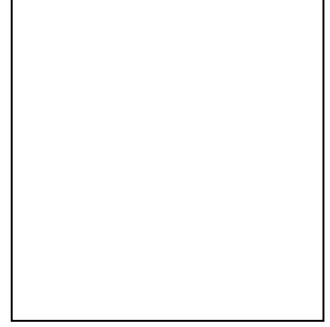
- analytic hierarchy process. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(1), 809-819.
- Peng, Z., He, L., Xie, Y., Song, W., Liu, J., Ming, X., & Goh, M.** (2022). A Pythagorean fuzzy ANP-QFD-Grey relational analysis approach to prioritize design requirements of sustainable supply chain. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 42(4), 3893-3907.
- Ping, Y. J., Liu, R., Wang, Z. L., & Liu, H. C.** (2022). New approach for quality function deployment with an extended alternative queuing method under linguistic Pythagorean fuzzy environment. *European Journal of Industrial Engineering*, 16(3), 349-370.
- Saad, S. M., Kunhu, N., & Mohamed, A. M.** (2016). A fuzzy-AHP multi-criteria decision-making model for procurement process. *International journal of logistics systems and management*, 23(1), 1-24.
- Saaty, T.** (1980, November). The analytic hierarchy process (AHP) for decision making. In *Kobe, Japan* (Vol. 1, p. 69).
- Sarkar, B., & Biswas, A.** (2021). Pythagorean fuzzy AHP-TOPSIS integrated approach for transportation management through a new distance measure. *Soft Computing*, 25(5), 4073-4089.
- Sattler, M.** (2011). Excellence in innovation management: A meta-analytic review on the predictors of innovation performance. *Springer Science & Business Media*.
- Scafuto, I. C., Belfort, A. C., Teixeira, G., & Maccari, E. A.** (2018). Process Innovation: a surfing manufacturer case study. *International Journal of Innovation*, 6(1), 16-32.
- Seidler-de Alwis, R., & Hartmann, E.** (2008). The use of tacit knowledge within innovative companies: knowledge management in innovative enterprises. *Journal of knowledge Management*, 12(1), 133-147.
- Shete, P. C., Ansari, Z. N., & Kant, R.** (2020). A Pythagorean fuzzy AHP approach and its application to evaluate the enablers of sustainable supply chain innovation. *Sustainable Production and Consumption*, 23, 77-93.
- Singer, H., & Özşahin, Ş.** (2022). Applying an interval-valued Pythagorean fuzzy analytic hierarchy process to rank factors influencing wooden outdoor furniture selection. *Wood Material Science & Engineering*, 1-12.
- Szczepaniak, M., & Trojanowska, J.** (2020). Employee Suggestion Scheme: Case Study. In *New Approaches in Management of Smart Manufacturing Systems* (pp. 267-276). Springer, Cham.
- Teece, D. J.** (1996). Firm organization, industrial structure, and technological innovation. *Journal of economic behavior & organization*, 31(2), 193-224.
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., & Tekin, E.** (2018). Kaizen ve bireysel öneri sistemi. *Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Zirvesi ETMS2018*, 312-321.
- Teknomo, K.** (2006). Analytic hierarchy process (AHP) tutorial. *Revoledu. com*, 6(4), 1-20.
- Tohidi, H., & Jabbari, M. M.** (2012). The important of innovation and its crucial role in growth, survival and success of organizations. *Procedia Technology*, 1, 535-538.
- Van Hemert, P., Nijkamp, P., & Masurel, E.** (2013). From innovation to commercialization through networks and agglomerations: analysis of

- sources of innovation, innovation capabilities and performance of Dutch SMEs. *The Annals of Regional Science*, 50(2), 425-452.
- Velthof, L. B.** (2021). *The role of HRM in participation of work-floor employees in employee-Fiven innovation through an online suggestion system* (Master's thesis, University of Twente).
- Verdinejad, F., Mokhtari Mughari, A., & Ghasemi, M.** (2010). Organizational suggestion system in the era of holding by developing an innovative model: the case of bonyade ta avon holding in Iran (an applied model). *Iranian Journal of Management Studies*, 3(3), 5-22.
- Wang, J. Q., Peng, J. J., Zhang, H. Y., Liu, T., & Chen, X. H.** (2015). An uncertain linguistic multi-criteria group decision-making method based on a cloud model. *Group Decision and Negotiation*, 24(1), 171-192.
- Wang, J., Liu, H. C., Shi, H., Guo, W., & Zhu, J. Y.** (2023). New approach for quality function deployment based on social network analysis and interval 2-tuple Pythagorean fuzzy linguistic information. *Computers & Industrial Engineering*, 183, 109554.
- Wolniak, R.** (2016). The role of QFD method in creating innovation. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*.
- Wong, A.** (2000). Integrating supplier satisfaction with customer satisfaction. *Total Quality Management*, 11(4-6), 427-432.
- Xiao, F., & Ding, W.** (2019). Divergence measure of Pythagorean fuzzy sets and its application in medical diagnosis. *Applied Soft Computing*, 79, 254-267.
- Xie, Y., He, L., Xiang, W., Peng, Z., Ming, X., & Goh, M.** (2022). Prioritizing risk factors in sustainable supply chain using fuzzy Kano and interval-valued intuitionistic fuzzy QFD. *Kybernetes* 52(8), 2748-2769.
- Yager, R. R.** (2013). Pythagorean membership grades in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(4), 958-965.
- Yan, H. B., Cai, S., & Li, M.** (2016, November). A two-stage fuzzy quality function deployment model for service design. In *International Symposium on Integrated Uncertainty in Knowledge Modelling and Decision Making* (pp. 110-123). Springer, Cham.
- Yazıcı, E., Özcan, E., Alakaş, H. M., & Eren, T.** (2022). Hidroelektrik Santrallarda Bakım Strateji Seçimi için Hiyerarşik Karar Modeli Önerisi. *Journal of Polytechnic*, 25(3).
- Yıldız, A.** (2014). En İyi Üniversite Seçiminde Analitik Ağ Prosesinin Kullanımı. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 3(2), 108-119.
- Yıldız, A., Ayyıldız, E., Gümüş, A. T., & Özkan, C.** (2019). Ülkelerin yaşam kalitelerine göre değerlendirilmesi için hibrit pisagor bulanık AHP-TOPSIS metodolojisi: Avrupa Birliği örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1383-1391.
- Yucesan, M., & Gul, M.** (2020). Hospital service quality evaluation: an integrated model based on Pythagorean fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *Soft Computing*, 24(5), 3237-3255.
- Yucesan, M., & Kahraman, G.** (2019). Risk evaluation and prevention in hydropower plant operations: A model based on Pythagorean fuzzy AHP. *Energy policy*, 126, 343-351.
- Yusuf, S.** (2009). From creativity to innovation. *Technology in Society*, 31(1), 1-8.
- Yücesan, M.** (2019). Green Supplier selection for plastic industry using integrated model based on Pythagorean fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(1), 26-41.

- Zadeh LA** (1965) Information and control. *Fuzzy Sets*, 8(3), 338–353
- Zawawi, N. F. M., Wahab, S. A., Al-Mamun, A., Yaacob, A. S., Kumar, N., & Fazal, S. A.** (2016). Defining the concept of innovation and firm innovativeness: a critical analysis from resource-based view perspective. *International Journal of Business and Management*, 11(6), 87-94.
- Zińczuk, K.** (2022). Project of business tool enabling the implementation of employee ideas program in the Freightliner PL Sp. z oo (*Doctoral dissertation, Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych*).



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Merve YILMAZ

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Yüksek Lisans** : Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği ABD

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Yılmaz, M., Yıldız, A.** (2022). Prioritization of R&D Project Evaluation Criteria Using Pythagorean Fuzzy AHP Method. *Academic Perspective Procedia*, 5 (3), 443-455.

DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Yılmaz, M., Şahin, H. & Yıldız, A.** (2021). Sectoral Application Analysis of Studies Made with Deep Learning Models. *Electronic Letters on Science and Engineering*, 17(2) , 126-140
- **Yılmaz, M.** (2023). Analysis of Working Postures in Rubber Manufacturing Industry by using OWAS and RULA Methods. *International Journal of Pioneering Technology and Engineering*, 2(01), 103–112.