# 4-AŞAMALI BULANIK KALİTE FONKSİYON YAYILIMI YAKLAŞIMI İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

**Mükerrem Bahar BAŞKIR[[1]](#footnote-1)**

## *ÖZET*

*İşletmeler artan rekabet karşısında müşteri memnuniyetinin ön planda tutulduğu etkili bir tedarikçi seçim ve değerlendirme sistemine ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada, Müşteri-İşletme-Tedarikçi döngüsü içerisinde müşteri beklentilerini işletmenin tedarikçi seçim sürecine dönüştürecek 4-aşamalı Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı yaklaşımı önerilmektedir. Kalite yönetiminde etkili bir araç olan Kalite Fonksiyon Yayılımı içerdiği öznel değerlendirme kaynaklı belirsizlikleri gidermek amacı ile bulanık yaklaşımla birleştirilmektedir. Bu amaç doğrultusunda, bulanık sayılar ve bulanık ağırlıklı ortalama yönteminden yararlanılmaktadır. Çalışmada önerilen 4-Aşamalı Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı yaklaşımının iki odağı bulunmaktadır: i) Müşteri sesini (ürün veya hizmet ile ilgili müşteri beklentisini/geribildirimini) işletme aracılığı ile tedarikçi seçim sürecine taşıma, ii) Değerlendirmelerde kavram ve algı kaynaklı belirsizlikleri bulanık yaklaşımla indirgeme.*

*Önerilen bulanık yaklaşım, küresel inşaat sanayinde tanınmış bir şirketler topluluğu yan sanayi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile kurulan Kapı Doğrama Fabrikası’nda tedarikçi seçimi için uygulanmaktadır. Bu 4-aşamalı yaklaşımda Klasik ve Bulanık değerlendirme yöntemleri kullanılarak tedarikçi sıralamaları belirlenmektedir. Ayrıca, tedarikçi firmaların her bir tedarikçi karakteristiği bakımından verimliliklerini hesaplamak için karar ölçütleri geliştirilmektedir. Sonuç olarak, verimliliğe ilişkin ölçütler ile belirlenen tedarikçi sıralaması, önerilen 4-Aşamalı Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı bulgularını desteklemektedir.*

***Anahtar Kelimeler:*** *4-Aşamalı Kalite Fonksiyon Yayılımı, Bulanık Ağırlıklı Ortalama, Tedarikçi Seçimi, Verimlilik.*

# SUPPLIER SELECTION WITH 4-PHASE FUZZY QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT APPROACH

## *ABSTRACT*

*Organizations need to have an efficient supplier selection and evaluation system, which prioritizes customer satisfactions, in the face of increasing competition. In this study, 4-phase Fuzzy Quality Function Deployment approach is proposed for transformation of customer requirements into supplier selection process of an organization within Customer-Organization-Supplier cycle. Quality Function Deployment, which is known as an efficient Quality Management tool, is integrated with fuzzy approach in order to mitigate its subjective evaluation-based uncertainties. In accordance with this purpose, fuzzy numbers and fuzzy weighted average method are utilized. The proposed 4-Phase Fuzzy Quality Function Deployment approach has two focuses: i) Carrying customer voice (customer’s requirement/feedback about product or service) into supplier selection process over organization, ii) Reducing the uncertainties based on the concept and its perception in measurements with fuzzy approach.*

*The proposed fuzzy approach is applied to supplier selection of a Door Joinery Factory, which is established to satisfy the sub-industry requirements of a well-known Corporation Group in global construction industry. Supplier ratings are determined using classical and fuzzy evaluation methods used in the 4-phase approach. Besides, the decision measures are enhanced to calculate the productivities of supplier firms for each supplier characteristic. Eventually, the supplier rankings that are determined through this productivity-related measures support the results of the proposed 4-Phase Fuzzy Quality Function Deployment.*

***Keywords:*** *4-Phase Quality Function Deployment, Fuzzy Weighted Average, Supplier Selection, Productivity.*

# 1.GİRİŞ

Küreselleşme, işletmelere bilgi ve kaynak paylaşımını üst seviyeye taşıyan, mevcut kaynakları en iyi şekilde değerlendirerek kalite düzeyini artırmaya olanak sağlayan bir rekabet ortamı sunmaktadır. Müşteri talebi ve bu talebin karşılanmasına kadar gerçekleştirilen çevrim sürecinin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu durum, müşteri beklenti ve ihtiyaçlarının iyi anlaşılması, yönetim ve üretim/hizmet süreçlerinin bütününde müşteri memnuniyetini ön planda tutan kararların alınması ile mümkün olmaktadır. Müşteri sesinin ürün/hizmete dönüştürülmesinde tedarikçi firmaların rolü işletmeler açısından oldukça önemlidir. Müşteri-İşletme-Tedarikçi zincirinde işletmeler müşteri beklentilerini karşılamada en etkili tedarikçileri belirleyecek bir tedarikçi seçim ve değerlendirme sistemine ihtiyaç duymaktadır. Karar verme süreçlerinin çoğunda yer alan değerlendirme ve seçim faaliyetlerinin işletmeler tarafından doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu noktada, bilimsel yöntemlerin kullanımı kaçınılmazdır. Müşteri sesini ürün/hizmete taşımada en etkili kalite yönetim araçlarından biri Klasik Kalite Fonksiyon Yayılımı’dır. 1960’ların sonunda ilk kez Akao tarafından temelleri atılan (*bkz.* Akao 1972,1990) Klasik Kalite Fonksiyon Yayılımı (Klasik KFY) yaklaşımında müşteri beklentisinin teknik karakteristik tarafından nasıl karşılandığı karar vericilerin öznel değerlendirmeleri ile belirlenmektedir. Bu yaklaşımın öznel değerlendirme yapısındaki kavram ve algı farklılıkları kaynaklı belirsizliklerin iyileştirilerek tutarlı ve gerçeğe yakın kararların alınması büyük önem taşımaktadır. Zadeh tarafından 1965 yılında literatüre mal edilen Bulanık mantık ve üyelik dereceleri, gerçek yaşamda karar vericilerin karşılaştıkları belirsizlikler karşısında yerinde ve tutarlı kararların alınmasını sağlamaktadır. Bu anlamda, müşteri beklentilerini ürün veya hizmete dönüştürmede Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı (Bulanık KFY) yaklaşımının kullanımı önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Müşteri-İşletme-Tedarikçi döngüsünde koordinasyonu göz önünde bulunduracak dört aşamadan oluşan ve değerlendirme sürecinde bulanık bir yaklaşım olan bulanık ağırlıklı ortalama yönteminden yararlanılan birleştirilmiş bir 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı önerilmektedir. Bu yaklaşımın her bir aşamasında ilgilenilen durumlar şöyledir: i) Birinci aşamada müşteri beklentisinin işletme iç işlev karakteristiği tarafından karşılanma durumu, ii) İkinci aşamada iç işlev karakteristiğinin işletmenin belirli bir alt işlev fonksiyonelliği tarafından karşılanma durumu, iii) Üçüncü aşamada alt işlev fonksiyonelliğinin tedarikçi karakteristikleri tarafından karşılanma durumu, iv) Dördüncü aşamada tedarikçi karakteristiğinin işletme tedarikçi firması tarafından karşılanma durumu. Bu dört aşama sayesinde müşteri ihtiyacının işletmenin tedarikçi seçimine dönüştürülmesi sağlanmaktadır. Her bir aşamada karar verici öznel değerlendirmeleri bulanık sayılar ve bulanık ağırlıklı ortalama yöntemi ile teknik öncelik sırasına (hedef değere) dönüştürülerek bir sonraki aşamanın beklentileri için göreli önem dereceleri belirlenmektedir. Böylece, bu önerilen yaklaşım ile müşteriye işletme aracılığı ile tedarikçi seçim sürecine fonksiyonel ve algı kaynaklı belirsizliklerin giderildiği sistematik bir yol sunulmaktadır.

Bu çalışmanın bölümleri şu şekilde tasarlanmıştır: Birinci bölümde Müşteri-İşletme-Tedarikçi döngüsünde koordinasyonu göz önünde bulunduracak dört aşamadan oluşan ve değerlendirme sürecinde bulanık bir yaklaşım olan bulanık ağırlıklı ortalama yönteminden yararlanılan birleştirilmiş bir 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımının önerildiği giriş bölümü yer almaktadır. İkinci bölümde tedarikçi seçimi için bulanık yaklaşımla birleştirilmiş 4-aşamalı KFY modelinin geliştirilmesinde etkili olan literatür hakkında bilgiler verilmektedir. Üçüncü bölümde, 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı temelinde yer alan Klasik ve Bulanık KFY yaklaşımları, Bulanık Ağırlıklı Ortalama yöntemleri ile birlikte tanıtılmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde bu önerilen yaklaşımın bir Kapı Doğrama Fabrikası’nda tedarikçi seçim süreci için uygulanması aktarılmaktadır. Ayrıca, uygulama çalışmasında 4-aşamalı Klasik ve Bulanık KFY yaklaşımları ile belirlenen tedarikçi sıralamaları ve işletme tedarikçi firmalarının her bir karakteristik bakımından verimlilik değerlendirmeleri karşılaştırılmaktadır. Tartışma ve sonuç çalışmanın beşinci bölümünde verilmektedir.

# 2.LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, tedarikçi seçimi için önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımının geliştirilmesi ile ilgili olarak literatürdeki çalışmalar hakkında bilgiler aktarılmaktadır. Daha sonra, önerilen yaklaşımın literatürden farklılıkları ve avantajları aktarılmaktadır.

Vanegas ve Labib (2001b), mühendislik (teknik) karakteristikleri için en uygun hedef değerleri (teknik öncelik sırası) hesaplamada KFY’nin AHP ve Bulanık Mantık ile birleştiği karma bir sistem geliştirmiştir. Müşteri beklenti önem düzeylerini bulanık sayı ve AHP entegrasyonu ile belirlemiştir. Teknik karakteristik ile müşteri beklentisi ilişkisi için karar verici öznel değerlendirmelerinde bulanık sayılardan yararlanmıştır. Hedef değer hesabında geliştirdiği *α*-kesitlere dayalı yeni Bulanık Ağırlıklı Ortalama (BAO) yönteminden (Vanegas ve Labib 2001a) yararlanmıştır. Önerilen bu karma sistem, bir araba kapısı tasarımında müşteri sesinin mühendislik karakteristiklerine dönüştürülmesinde uygulanmıştır.

Bevilacqua vd. (2006), KFY yaklaşımı ile tedarikçi seçiminde öznel değerlendirmelerin üçgensel bulanık sayılar kullanılarak ele alındığı bir karar modeli oluşturmuştur. De Boer ve Van der Wegen (2003)’in tedarikçi seçimine ilişkin karar verme çalışmaları için önerdiği 13 kriterden yola çıkarak yedi adet tedarikçi seçim karakteristiği belirlemişlerdir. Buna göre, ilgilendikleri karakteristikler: Sektördeki deneyim, yeniliğe açık olma yeteneği, kalite sistem sertifikası, müşteri ihtiyaçlarına cevap verme esnekliği, finansal durumu, sipariş yönetme yeteneği, coğrafi konumudur. Bulanık KFY çalışmasında 10 adet tedarikçi firmanın bulanık sıralanmaları için bir Bulanık Uygunluk İndeksinden yararlanmışlar, Klasik ve Bulanık KFY sonucu tedarikçi sıralanmalarındaki farklılıkları ortaya koymuşlardır.

Soroor vd. (2011), tedarik ağlarına adapte edilmiş vekil teknoloji modellemesi, akıllı vekiller kullanan otonom değerlendirme mekanizması, müşteri odaklı olarak Bulanık-AHP-KFY metodolojilerini kullanarak yoğun hesaplama mekanizması içeren bir karar modeli ile tedarikçi sıralama problemini ele almıştır. Bulanık AHP ile KFY yaklaşımındaki müşteri önerileri için önem düzeylerini belirlemiştir. Bulanık Uygunluk İndeksi ile tedarikçi sıralamasını ortaya koymuştur. Bu karar modelini taşıt lastiği üreten orta-büyük ölçekli sanayinin 10 adet tedarikçi firma değerlendirme ve seçiminde uygulamıştır.

Dai ve Blackhurst (2012), tedarikçi seçim ve değerlendirmelerinde işletme paydaşlarının (müşteri, işletme ve tedarikçi) bütününü içeren, KFY ve AHP yöntemlerinin birleştirilmesinden oluşan bir 4-aşamalı hiyerarşi modeli önermiştir. Bu hiyerarşik modelde müşteri beklentileri ile işletmenin sürdürülebilir stratejisi, sürdürülebilir strateji ile sürdürülebilir satın alma rekabet öncelikleri, satın alma rekabet öncelikleri ile sürdürülebilir tedarikçi değerlendirme kriterleri, tedarikçi değerlendirme kriterleri ile tedarikçi adayları arasındaki bağlantıyı değerlendirmiştir. Bu hiyerarşi modelinin birinci ve dördüncü aşama değerlendirmelerinde AHP yöntemi kullanılmıştır. KFY çatı ve ilişki matrisi karar verici değerlendirmeleri için 1-3-9 (zayıf-orta-güçlü) skalası kullanılmıştır. Bu 4-aşamalı modelin her bir KFY aşamasında hesaplanan teknik öncelik sırası değerleri bir sonraki KFY aşamasında önem düzeyi olarak kullanılmıştır. Tedarikçi adaylar için hesaplanan toplam skorlar ile karar modeli tamamlanmıştır. Bu hiyerarşik karar modeli kullanımına ilişkin tanımlayıcı uygulama adımları üç adet tedarikçi adayın seçimi için gösterilmiştir.

Alinezad vd. (2013), bulanık AHP ve KFY yöntemlerinin birleştirildiği bir yaklaşım ile bir ilaç firmasının tedarikçi seçim ve değerlendirme sürecini incelemiştir. KFY ilişki matrisi içerisinde tedarikçi karakteristiklerinin müşteri beklentilerini ne derece karşıladığı ile ilgilenmiştir. Tedarikçi karakteristiklerini “kalite, tedarikçi statüsü, teslim süresi ve maliyet” olarak belirlemiştir. Kalite evinde öncelik sıralaması ve ilişki ağırlıklandırmalarına ilişkin değerlendirmelerde bulanık AHP yönteminden yararlanmıştır. Çatı matrisindeki değerlendirmeler ile ilaç firmasındaki beş adet tedarikçi firmanın sıralamasını ortaya koyarak tedarikçi seçim sürecini tamamlamıştır.

Jovanović ve Delibašić (2014), Sırbistan’da elektronik cihaz üreten bir firmanın elektronik bileşenleri için tedarikçi seçim sürecini KFY ve Bulanık AHP ile birleştirdiği bir yaklaşım kullanarak incelemiştir. KFY yöntemi ile işletme paydaş ihtiyaçlarını tedarikçi seçim kriteri değerlendirmelerine dönüştürmüştür. Bulanık AHP ile paydaşlar ve ihtiyaçları, kriter değerlendirmeleri ve tedarikçiler için önceliklendirmeleri belirlemiştir. Bu birleştirilmiş yaklaşım ile işletme paydaşlarından tedarikçi seçiminde üç aşamalı kalite evi ve Bulanık AHP değerlendirmelerini ele almıştır. Birinci kalite evinde işletme paydaşları ile paydaş ihtiyaçları, ikinci kalite evinde paydaş ihtiyaçları ile tedarikçi seçim kriterleri ve üçüncü kalite evinde tedarikçi seçim kriterleri ile tedarikçi firmalar arasındaki ilişkileri incelemiştir. Her bir kalite evinde hesaplanan öncelik sırası (hedef) değerlerini bir sonraki kalite evinde kullanmıştır. Bu yaklaşım ile elektronik bileşenler için tedarikçi seçim sürecinin uygulamasında üç adet tedarikçiyi değerlendirmiştir.

Karsak ve Dursun (2014), tedarikçi seçimi için KFY ve Veri Zarflama Analizi (VZA) yaklaşımlarını içeren yeni bir bulanık çok kriterli grup karar verme sistemi önermiştir. Bu sistemde tedarikçi değerlendirme kriterleri için normalleştirilmiş bulanık öncelik sıralarının hesabında Wang ve Chin (2011)’in önerdiği yöntemi kullanmıştır. Böylece, öznel değerlendirme yapısındaki sözel değişken kaynaklı belirsizliği bulanık yaklaşımla gidermiştir. Tedarikçiler için VZA ile etkinlik skorlarını hesaplayarak en iyi tedarikçi seçimini gerçekleştirmiştir. Önerdiği bulanık karar verme sistemi ile İstanbul’da özel bir hastanenin 12 adet tıbbi tedarikçi firmanın sıralaması ve en iyi tedarikçi seçimini gerçekleştirmiştir.

Yukarıda verilen literatürden farklı olarak bu çalışmada önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı ile tedarikçi seçim sürecinde müşteri sesi tedarikçi sıralamasına birbiri ile fonksiyonel olarak bağlantılı dört adet KFY yaklaşımı kullanılarak dönüştürülmektedir. Böylece, tedarikçi seçim sürecinde etkili tüm paydaşların (müşteri, işletme ve tedarikçi) ihtiyaçları ve karakteristikleri değerlendirmelerde ele alınmaktadır. Bu 4-aşamalı KFY yaklaşımında müşteriden işletmeye, işletmeden-iç işlev fonksiyonelliğine, iç işlev fonksiyonelliğinden tedarikçi karakteristiklerine ve tedarikçi karakteristiklerinden tedarikçi sıralama ve seçimine kadar adımsal olarak müşteri sesi tedarikçi seçimine dönüştürülmektedir. Her bir KFY ilişki matrisi değerlendirmelerinde kavram ve algı farklılıkları kaynaklı belirsizlikleri gidermek amacı ile Vanegas ve Labib (2001a)’in önerdiği Bulanık Ağırlıklı Ortalama Yönteminden yararlanılmaktadır. Hesaplama kolaylığı ve öznel değerlendirmelerdeki duyarlılık avantajlarına sahip bu yöntem ile her bir KFY ilişki matrisi değerlendirmelerinde elde edilen öncelik sırası değerleri (hedef değerleri) bir sonraki KFY yaklaşımında göreli önem düzeyi (ağırlığı) olarak kullanılmaktadır. Önerilen bu yaklaşım kapı imalatında tedarikçi seçim süreci için uygulanmaktadır. Klasik ve Bulanık ağırlıklı ortalama yöntemleri ile 4-aşamalı KFY tedarikçi sıralama sonuçları karşılaştırılmaktadır. Ayrıca, işletmenin iş hedefleri kapsamında tedarikçilerin her bir karakteristik bazında verimlilikleri ve ortalama verimlilikleri için karar ölçütleri önerilmektedir. Bu verimlilik-karar ölçütleri ile elde edilen tedarikçi sıralaması, önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY sonuçlarını desteklemektedir.

# 3.YÖNTEM

## 3.1. Klasik Kalite Fonksiyon Yayılımı

İşletmeler ürün/hizmet süreçlerinde kalite kontrolü ve kalite iyileştirme çalışmalarının devamlılığını sağlamak için müşteri odaklı yaklaşım ile hareket etmelidir. Müşteri odaklı gerçekleştirilen çalışmalarda sistematik yol gösterici olan Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) yaklaşımı ile müşteri sesi ürün/hizmet karakteristiklerine dönüştürülmektedir. Bu yaklaşımın temelleri ilk kez 1966 yılında üretim süreci içerisinde tasarım kontrolünü sağlayacak noktaların belirlenmesinde kullanılan kalite kontrol Şekillerinin kullanımı ile atılmıştır (Cohen, 1995; Chan ve Wu, 2002). Akao 1969 yılında bu yaklaşımı fark etmiş ve endüstriye özgü çeşitli denemeler sonrasında 1972 yılında “*hinshitsu tenkei*” olarak adlandırdığı bu yeni yaklaşım ile ilgili bir makale yazmıştır (*bkz*. Chan ve Wu, 2002). Daha sonra, Akao müşterinin tasarım aşamalarından beklentilerini ürün operasyonlarına sistematik olarak dönüştüren “*hinshitsu kino tenkei*” adını verdiği yaklaşımı literatüre kazandırmıştır (Hauser ve Clausing, 1988; Cohen, 1995; Prasad, 1998).

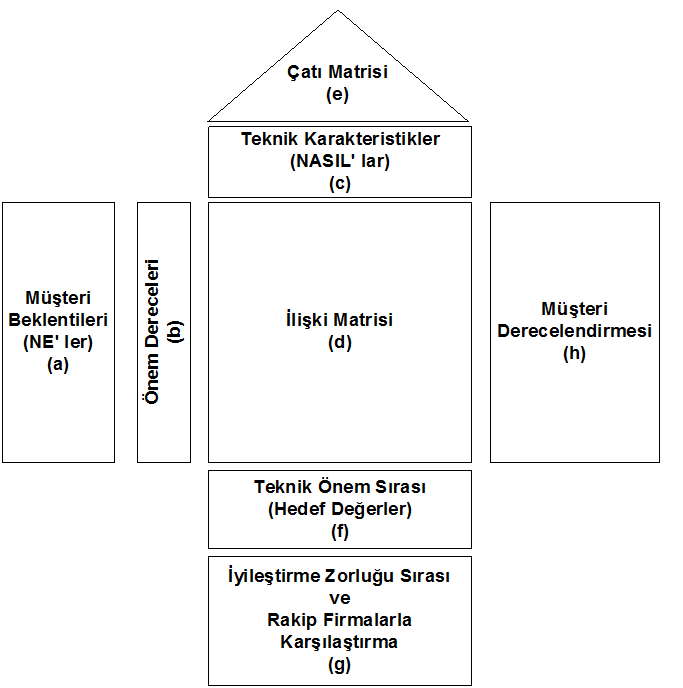
Akao (1972, 1990) tarafından geliştirilen Klasik KFY temelde;

* müşteri memnuniyeti odaklı geliştirilmiş ürün/hizmet tasarımları ortaya koyan,
* farklı disiplinlerin bir araya geldiği takım çalışması sonucu karar aşamasını ölçülebilir bir sistemle belirleyen,

yapılandırılmış bir karar destek aracıdır.

Müşteri beklentilerini teknik karakteristiklere göreli değerlendirmelere dayalı sistematik bir yolla dönüştüren KFY; 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).

Klasik KFY (Kalite Evi) yaklaşımı, müşteri beklentilerini ortaya koyan tasarımı, ürün/hizmet için gereksinimleri ve etkenleri, ürün/hizmete dair karar almada gerekli süreç adımları ve geliştirme yöntemlerini içeren dört temel matris formu ile Şekil 1’de gösterilmektedir.



**Şekil 1. Klasik Kalite Fonksiyon Yayılımı (Kalite Evi) Gösterimi**

Şekil 1 ile verilen Klasik KFY temelde, *i)* müşterinin sesi ve değerlendirmelerinin ele alındığı Müşteri kısmından ve *ii)* işletmenin yetenekleri ve değerlendirmelerinin incelendiği teknik kısımdan oluşmaktadır. Müşteri ve teknik kısımlar bakımından Klasik KFY yaklaşımı öğeleri aşağıdaki gibidir:

1. **Müşteri Kısmı Temel Öğeleri:**

(a) Müşteri beklentileri (Ne’ler; Kriterler),

(b) Müşteri beklentilerinin öncelik sırasını gösteren Göreli Önem Dereceleri,

(d) Müşteri beklentileri ile teknik karakteristikler arasındaki ilişki düzeyini belirleyen İlişki Matrisi

(h) İşletmenin rakipleri ile ürün/hizmet özellikleri bakımından müşteri bakış açısına göre kıyaslandığı Müşteri Derecelendirmesi.

1. **Teknik Kısım Temel Öğeleri:**

(c) Teknik karakteristikler (Nasıl’lar; Alternatifler),

(e) Teknik karakteristikler arasındaki ilişkileri gösteren Çatı (Korelasyon) Matrisi,

(d) Müşteri beklentileri ile Teknik karakteristikler arasındaki ilişki düzeyini belirleyen İlişki Matrisi,

(f) Teknik karakteristiklerin öncelik sırası (hedef değerler),

(g) Teknik karakteristiklerin iyileştirme zorluğu sırası ve rakiplerle karşılaştırılması.

Klasik KFY’nin müşteri ve teknik kısımları için İlişki Matrisi ortak temel öğedir. Klasik KFY İlişki Matrisi değerlendirme adımları aşağıdaki gibidir:

***Adım 1:*** Ürün veya hizmet ile ilgili olarak Müşteri Beklentileri (*MBi, i*=1,2,…,*n* ) belirlenir. *MBi*’ler Şekil 1’de (a) alanına yazılır. *MBi*’lerin göreli önem dereceleri (*wi, i*=1,2,…,*n*) Şekil 1’de (b) alanına yazılır. (b) alanındaki göreli önem dereceleri için çok yüksek🡪5, yüksek🡪4, orta🡪3, düşük🡪2, çok düşük🡪1 kullanımı yaygındır.

***Adım 2:*** İşletmenin müşteri beklentilerini karşılamadaki yetenekleri olarak tanımlanan Teknik Karakteristikler (*TKj, j*=1,2,…,*m*) belirlenir. *TKj*’ler Şekil 1’de (c) alanına yazılır.

***Adım 3:*** İşletme teknik karakteristiklerinin, müşteri beklentilerini ne derece karşıladığı değerlendirilir. Değerlendirme sonuçları İlişki Matrisini oluşturur. Bu sonuçlar *(Mij, i*=1,2,…,*n*; *j*=1,2,…,*m*), Şekil 1’de yer alan (d) alanına yazılır. İlişki matrisinde, ilişki düzeyine göre sırası ile güçlü🡪9, orta🡪3 ve zayıf🡪1 değerlendirme sisteminin kullanımı yaygındır. Ancak, İlişki matrisi değerlendirme sistemi için çok yüksek🡪5, yüksek🡪4, orta🡪3, düşük🡪2, çok düşük🡪1 olarak tanımlı 5’li Likert Ölçeği gibi farklı ölçekler de kullanılmaktadır.

***Adım 4:*** İşletmenin iş hedeflerine ulaşmada en uygun stratejiyi geliştirebilmesi için öncelikli teknik karakteristiklerini belirlemesi gerekmektedir. Bu nedenle, teknik karakteristikler için öncelik sırasını veren Hedef Değer (*TIRj, j*=1,2,…,*m*) hesabı yapılır. Teknik karakteristiklerin (1) eşitliği ile hesaplanan hedef değerleri Şekil 1’de (f) alanına yazılır.

 (1)

İşletmelerde yapılan Klasik KFY çalışmaları sonucunda bu yaklaşımın pozitif (faydalı) ve negatif (problemli) yönleri ortaya çıkarılmıştır (*bkz*. Büyüközkan vd., 2007; Bouchereau ve Rowlands, 2000). Bouchereau ve Rowlands (2000) çalışmasında, Klasik KFY’nın faydalı ve problemli yanlarını Çizelge 1’deki gibi özetlemektedir.

**Çizelge 1. Klasik KFY’nın Pozitif ve Negatif Yönleri (Bouchereau ve Rowlands 2000)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Pozitif Yönleri (Faydaları)** | **Negatif Yönleri (Problemleri)** |
| Müşteri odaklılık | Müşteri sesindeki karmaşıklık |
| Çok sayıda sözel veriyi bir araya getiriyor | Analiz edilmesi gereken çok sayıda öznel veri var |
| Farklı yetenek ve kültürlerin bir araya geldiği disiplinler arası çalışma olanağı sağlıyor | KFY geliştirme kayıtları az sayıda müşteri araştırma girdilerini içeriyor |
| Üretim sürecinde % 50; başlangıç ve mühendislik maliyetinde % 30 azalma | Kalite Evi hazırlığı ve değerlendirmeleri zaman alıcı ve zor |
| Tasarım aşamasında ürün kalitesini sağlamaya yardımcı olur | Kalite Evinin birinci safhası dışındaki safhalar çoğunlukla ele alınmıyor |
| Mantıksal bir yolla veriyi organize eder | Kalite Evi hazırlıkları farklı disiplinlerin deneyimlerini ortaya koyduğu için çok geniş kapsamlı ve karmaşık olabiliyor |
| Üretim ve hizmet süreçlerinde kullanılır | Kalite Evindeki hedef değerlerin belirlenmesinde belirsizlikler var |
| Müşteri ve İşletme arasında güçlü bir ilişki sağlar | Kalite Evi içerisinde ilişkilendirmeler kötü tanımlı olabiliyor |
| Müşteri beklentilerini maksimum düzeyde sağlamayı hedefler | KFY yaklaşımında nitel değerlendirmeler var |

Çizelge 1’de belirtilen negatif yanlar çoğunlukla Klasik KFY değerlendirme sisteminin öznel yapıda olması nedeni ile ortaya çıkan belirsizlikleri işaret etmektedir. 1965 yılında Zadeh tarafından literatüre mal edilen bulanık mantık ve üyelik dereceleri tabanlı değerlendirmelerle kavram ve algı farklılıklarına ilişkin belirsizlikler karşısında yerinde ve tutarlı kararlar alınabilmektedir. Zadeh (1996, 2002) kavrama dayalı sonuç çıkarım çalışmalarında algılama ile ölçüm arasındaki temel farklılığın algılamaların bulanık, ölçümlerin kesin olmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Zadeh (2005) belirsizlik kavramını bilginin bir özelliği olarak tarif etmektedir. Belirsizlikler temelde *i)* doğal ve *ii)* epistemik olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Klasik KFY değerlendirmelerinde belirsizlik ise *i)* sözel ifadelere dayalı göreli değerlendirmeler ve *ii)* teknik öncelik sırası değerlerinin hesaplanmasında kullanılan klasik yöntemler kaynaklı oluşmaktadır. Bu anlamda, Klasik KFY yaklaşımının epistemik belirsizlik yönünü iyileştirmede bulanık küme teorisi ile yapılan çalışmalar dikkat çekicidir. Bulanık yaklaşımlarla yapılan iyileştirme çalışmalarında, Bulanık sayılar ve entropisi, Bulanık AHP, Bulanık ANP, Bulanık doğrusal programlama, Bulanık optimizasyon, Bulanık çok özellikli karar verme yöntemleri, Bulanık regresyon, Bulanık sıralama, Bulanık üstünlük, Bulanık ağırlıklı ortalama, Bulanık beklenen değer vb. yöntemler ile Klasik KFY entegrasyonu sonucu Bulanık KFY tanımlaması literatüre katılmıştır.

## 3.2. Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı

Klasik KFY yaklaşımında karar vericilerin öznel değerlendirmelerine dayalı ölçüm sistemi ile verilecek kararın gerçeği en iyi şekilde yansıtması gerekmektedir. Bu nedenle, KFY değerlendirmelerinde yer alan kavram algısındaki bulanıklık ile hesaplanmasındaki kesinlik farkını iyileştirmek için geliştirilen yöntemlerden biri Bulanık Kalite Fonksiyon Yayılımı (Bulanık KFY)’dır.

Bulanık KFY yöntemi için Khoo ve Ho (1996)’nun “Kalite fonksiyon yayılımındaki belirsizliklerin bulanık ve olabilirlik teorisi aracılığı ile ortadan kaldırıldığı yaklaşım” tarifi dikkat çekicidir. Bulanık KFY, Klasik KFY ile Bulanık Mantık ve üyelik derecelerinin entegrasyonu sonucu karar verici düşünce yapısındaki belirsizlikleri gideren bir yaklaşımdır.

Klasik KFY’nin öznel değerlendirmeleri kaynaklı belirsizliklerin iyileştirilmesine ilişkin bulanık küme teorisine dayanan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (örnek olarak *bkz*. Bahrami, 1994; Khoo ve Ho, 1996; Fung vd., 1998; Wang, 1999; Vanegas ve Labib, 2001a-b; Bevilacqua vd., 2006; Büyüközkan vd., 2007; Soroor vd., 2011; Alinezad vd., 2013; Jovanović ve Delibašić, 2014; Karsak ve Dursun, 2014).

Bulanık KFY değerlendirmelerinin temelini, bulanık sayılar ve cebirsel işlemler oluşturmaktadır.

*A* ile gösterilen bir LR-bulanık sayısı için üyelik fonksiyonu (2) ile verilmektedir.

 (2)

(2) ile verilen üyelik fonksiyonunda, ’dir. *A* ile gösterilen bir LR-bulanık sayısının *α*-kesit aralıkları () sırasıyla  ve ’dır. Yamuksal ve üçgensel bulanık sayı (örnek gösterim, sırasıyla, *A* = (*a,b,c,d*) ve *A =* (*a,b,c*)) kullanımları yaygındır.

*α*-kesitlerle yapılan cebirsel işlemler, bulanık sayılarla yapılan cebirsel işlemlerden daha duyarlı sonuçlar vermektedir (Kaufmann ve Gupta, 1985). Buna göre, *A*=(*aL,aM,aR*) ve *B*=(*bL,bM,bR*) ile verilen iki üçgensel bulanık sayının *α*-kesit aralıkları sırasıyla  ve  biçiminde olsun.  ve  için bazı cebirsel işlemler,



biçimindedir (Kaufmann ve Gupta, 1985).

## 3.3. Önerilen 4-Aşamalı Bulanık KFY Yaklaşımı

Bu çalışmada, Müşteri-İşletme-Tedarikçi döngüsü içerisinde tedarikçi seçim ve değerlendirme sürecinin, 4-aşamalı Klasik KFY ile detaylandırılması, her bir aşamasında karar verici öznel değerlendirmeleri için Üçgensel Bulanık Sayı (ÜBS) ve hedef değer hesabında Bulanık Ağırlıklı Ortalama Yönteminden yararlanarak belirsizliklerin giderilmesi hedeflenmektedir. Klasik KFY’nin dört aşama ile detaylandırılmasındaki amaç, müşteri beklentilerinden yola çıkılarak işletme karakteristikleri ve alt işlevlerini takiben tedarikçi karakteristiklerini beklentiler ile buluşturan ve işletme mevcut tedarikçilerinin bu beklentileri karşılama durumlarını fonksiyonel bir yapı ile ortaya koyan bir karar mekanizması oluşturmaktır. 4-aşamalı KFY ilişki matrisi Şekil 2’de gösterilmiştir.

***KFY #1***

***KFY #2***

***KFY #3***

***KFY #4***

**İşletme İç İşlev Karakteristikleri**

**(NASIL’ lar)**

**Alt İşlev Fonksiyonelliği**

**(NASIL’ lar)**

**Tedarikçi Karakteristikleri**

**(NASIL’ lar)**

**Tedarikçi Alternatifleri**

**(NASIL’ lar)**

**İşletme İç İşlev Karakteristikleri**

**(NE’ler)**

**Müşteri Beklentileri**

**(NE’ler)**

**Alt İşlev Fonksiyonelliği**

**(NE’ ler)**

**Tedarikçi Karakteristikleri**

**(NE’ ler)**

**Şekil 2. 4-Aşamalı KFY Matrisinin Çalışma Şekli**

Şekil 2’de 4-aşamalı döngüsel sistemle çalışan Klasik KFY matrisinde yer alan beklentilerin her bir aşamada Müşteri-İşletme-Tedarikçi döngüsü dahilinde karakteristiklere dönüştüğü görülmektedir. Bir önceki KFY, bir sonrakinin nedeni olmaktadır. Bu 4-aşamalı KFY’de müşteri beklentileri ve teknik karakteristikleri belirleme, bu karakteristikler arasındaki ilişkiyi tanımlama biçimi için sorulan sorular aşağıdaki gibidir:

**KFY #1:** Müşteri İhtiyaçları İşletme İç İşlev Fonksiyonel Süreçleri nasıl karşılaştırılır?

**KFY #2:** İç İşlevFonksiyonel Süreçler ile Belirli İş Alt İşlev Süreçleri nasıl karşılaştırılır?

**KFY #3:** Alt İşlev Fonksiyonelliği Tedarikçi Karakteristikleri tarafından nasıl karşılanır?

**KFY #4:** Tedarikçi Karakteristikleri Tedarikçi Firma Seçenekleri ile nasıl ortaya konulur?

Klasik KFY çalışmalarında teknik öncelik sırasını ortaya koyan hedef değerlerin hesaplanmasında klasik ağırlıklı ortalama yönteminin kullanımı yaygındır. Bu yöntem, kavram ve algı farklılıkları kaynaklı belirsizliklerin etkisini ortadan kaldırmada yetersiz kalmaktadır (Hsiao, 1998). Günümüz mühendislik tasarımları, tedarikçi seçim ve değerlendirmeleri, materyal seçimi gibi alanlardaki karar verme problemleri çalışmalarında bulanık bir yaklaşım olan Bulanık Ağırlıklı Ortalama (*BAO*) yöntemi kullanılmaktadır. İlk olarak Dong-Wong (1987) tarafından geliştirilen bu yöntemin temeli Zadeh’in genişleme prensibine dayanmaktadır. Buyöntemdeki bulanık aritmetiksel işlemlerin karmaşıklığı ve işlem tekrarı fazlalığı hesaplama performansını etkilemektedir. Bu nedenle, Zadeh’in *α*-kesitlere dayalı genişleme prensibi yanı sıra bu prensibin göz ardı edildiği bazı *BAO* yöntemleri geliştirilmiştir. Vanegas ve Labib (2001a) çalışmasında, Zadeh’in genişleme prensibine dayalı olan ve olmayan bazı *BAO* yöntemlerini karşılaştırmış ve genişleme prensibi temelli önerdikleri bir *BAO* yönteminin (kısaca *BAOVL*) daha tutarlı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ayrıca, *BAOVL* yöntemi hesaplamada kolaylık sağlamaktadır.

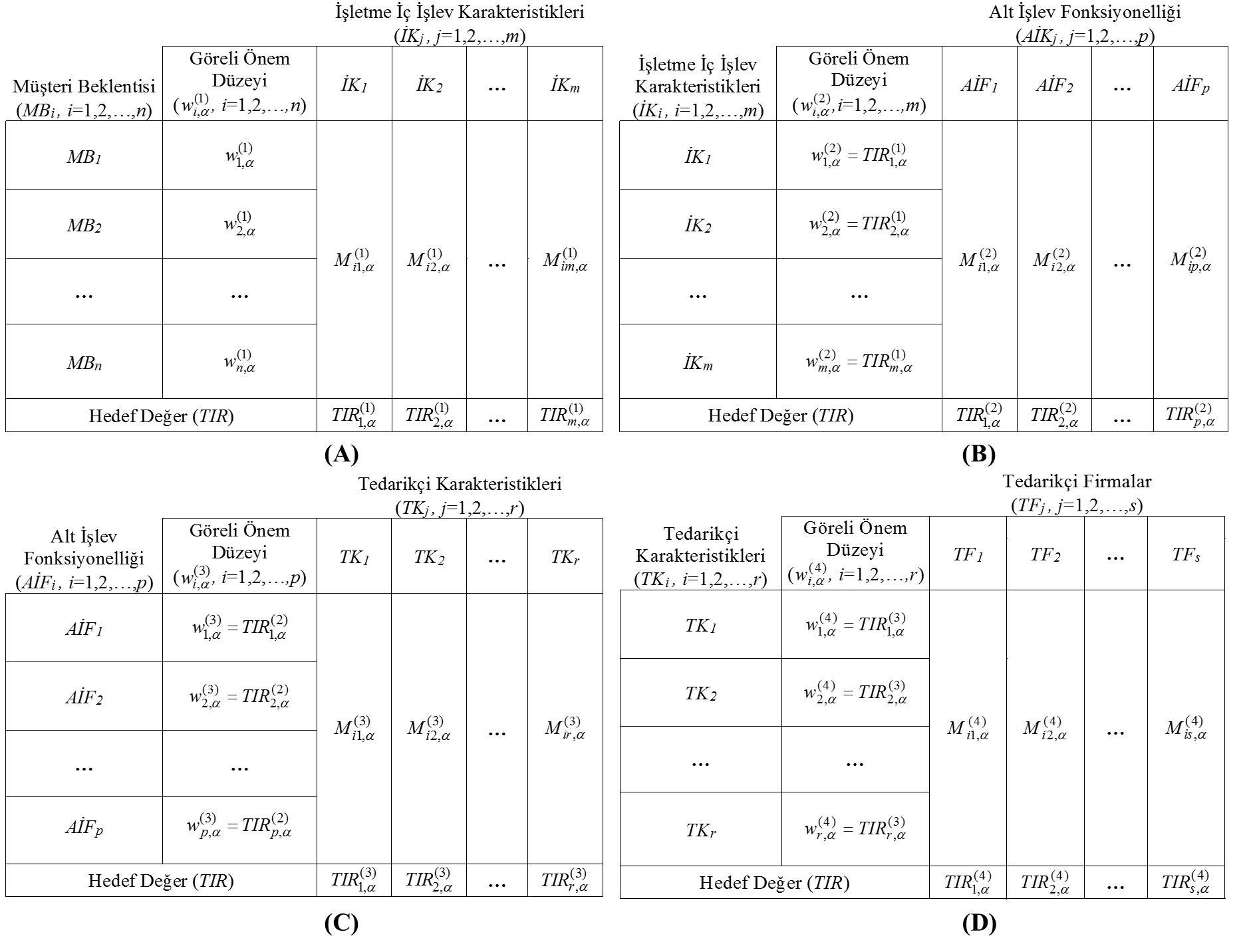
Bu çalışmada, önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımında tedarikçi seçim süreci için toplam memnuniyet *BAOVL* ile hesaplanmaktadır. Bu önerilen yaklaşımın birinci aşaması için güncellenmiş *BAOVL* Tanım 1’de verilmektedir.

**Tanım 1.** *n:* müşteri beklentisi sayısı olmak üzere her *i*=1,2,…,*n* için,  *i* müşteri beklentisinin göreli önem düzeyini gösteren bulanık sayı,  *j* tedarikçi karakteristiğinin *i* müşteri beklentisini sağlamasındaki memnuniyeti gösteren bulanık sayı olsun. Memnuniyet ve göreli önem düzeyi için *α*-kesit aralıklar sırasıyla  ve  ile gösterilsin. Buna göre, teknik önem sırası  alt ve üst limitleri (3)’deki gibi hesaplanır:

 (3)

Vanegas ve Labib (2001a-b), Min ve Maks operatörlerini  olarak tanımlı ’in tüm olabilir kombinasyonları için minimum ve maksimum değerleri olarak ele almaktadır.

Önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımının ikinci, üçüncü ve dördüncü aşamalarında da, sırasıyla, ,  ve  için Tanım 1’de verilen benzer hesaplamalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, 4-aşamalı Bulanık KFY ilişki matrisi ve değerlendirmeleri için izlenecek aşamalar Şekil 3 (A)-(D)’de verilmektedir.



**Şekil 3. 4-Aşamalı Bulanık KFY Yaklaşımı İçin (A) Aşama-1, (B) Aşama-2, (C) Aşama-3, (D) Aşama-4 Gösterimi**

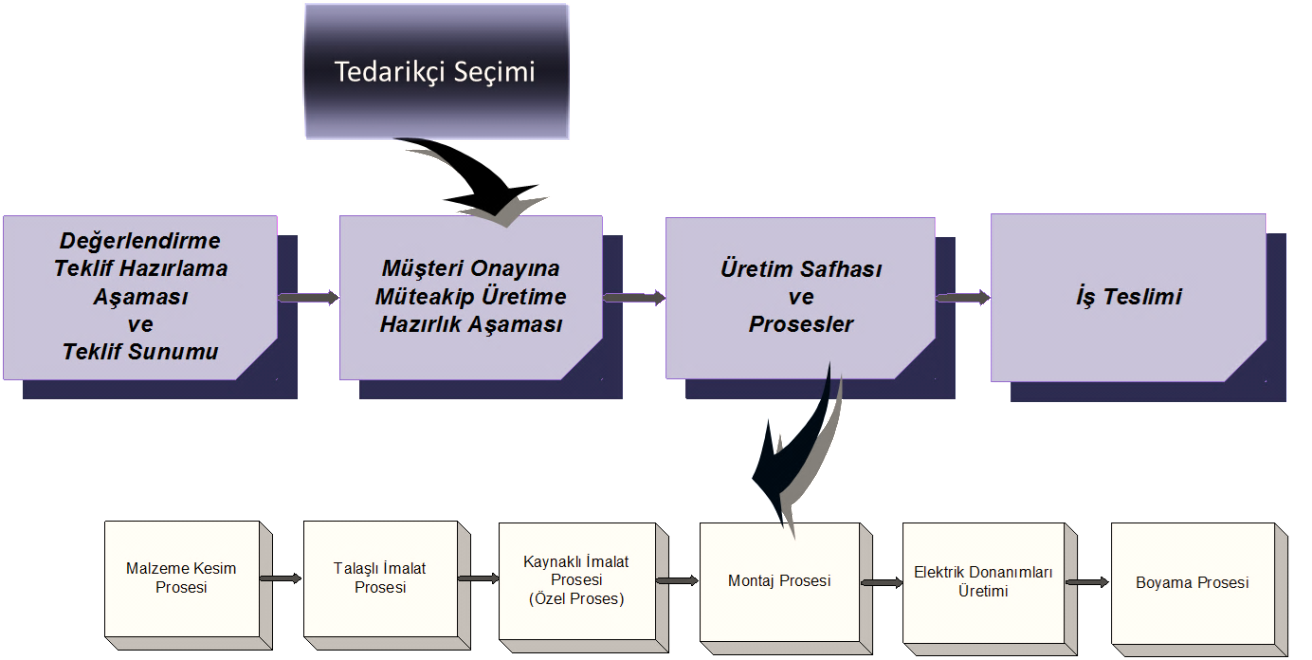
Şekil 3’de önerilen bulanık yaklaşımın son aşamasındaki (Aşama-4) bulanık hedef değerler için durulaştırma (defuzzification) işlemi hesabı, (4) ile verilen ağırlık merkezi bulma yöntemi (centroid method) kullanılarak yapılmaktadır. Böylece önerilen yaklaşımın son aşamasında tedarikçi sıralama ve seçimi tamamlanmaktadır.

 (4)

Burada, : bulanık kümenin ağılık merkezi (kesin değer), : ’ün üyelik derecesi, ve bulanık küme için alt ve üst sınırlardır.

# 4.UYGULAMA

Bu bölümde, önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı bir şirketler topluluğunun inşaat sektöründeki gereksinimlerini karşılamak amacı ile bünyesinde faaliyete geçirdiği Kapı-Doğrama Fabrikası’nda tedarikçi seçim süreci için uygulanmıştır. Şirketler topluluğuna bağlı inşaat grubunun bir site inşaatı projesi kapsamında, bünyesindeki Kapı Doğrama Fabrikası’ndan kapı talebinin karşılanmasına ilişkin çevrim süreci aşamaları Şekil 4’de gösterilmektedir. Şekil 4’de yer alan Üretim Safhası ve Prosesler’deki altı adet alt aşama için tedarikçi seçim sürecinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, Doğrama Fabrikası’nda tedarikçi seçimi ile altı adet alt aşama arasındaki fonksiyonel ilişkileri detaylı bir şekilde irdeleyen 4-aşamalı Bulanık KFY çalışması gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 4. Kapı Doğrama Fabrikası Çevrim Süreci**

4-aşamalı Bulanık KFY çalışmasında göreli önem düzeyleri ve ilişki matrisi değerlendirmeleri için kullanılan kesin ve bulanık sayılar Çizelge 2’deki gibidir. Bu yaklaşımın her bir aşamasındaki beklenti ve karakteristikler ile öznel değerlendirmeleri için Şirketler Topluluğunun Satış ve Pazarlamadan Sorumlu Genel Müdür Yardımcısı, İnşaat Grubu Üretim Müdürü, Kapı Doğrama Fabrikası Müdür Yardımcısı, Fabrikanın Muhasebe ve İdari İşler Müdürü, Fabrikanın Üretim Planlama ve Kalite Sistem Sorumlusu olmak üzere beş kişiden oluşan KFY takımı ile beyin fırtınası çalışması gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 2. Göreli Önem ve İlişki Matrisi Değerlendirmeleri İçin Kesin ve Bulanık Sayılar**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Düzey** | **Kesin Sayılar** | **Üçgensel Bulanık Sayılar** |
| Çok Düşük | 1 | (1, 1, 2) |
| Düşük | 2 | (1, 2, 3) |
| Orta | 3 | (2, 3, 4) |
| Yüksek | 4 | (3, 4, 5) |
| Çok Yüksek | 5 | (4, 5, 5) |

Önerilen bulanık yaklaşımın müşterinin kapı talebindeki beklentileri ile fabrikanın iç işlev/ürün açısından becerileri arasındaki ilişkinin incelendiği birinci aşama (Aşama-1) bulanık değerlendirmeleri Çizelge 3’de verilmektedir.

**Çizelge 3. Tedarikçi Seçimi İçin Önerilen 4-Aşamalı Bulanık KFY Yaklaşımının Birinci Aşamasına Ait Bulanık Değerlendirmeler**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | İşletme İç İşlev Karakteristikleri (*İKj , j*=1,2,…,*6*) | | | | | |
| Müşteri Beklentisi  (*MBi , i*=1,2,…,*5*) | | Göreli Önem Düzeyi  (*, i*=1,2,…*,5*) | ***İK1*:** | ***İK2*:** | ***İK3*:** | ***İK4*:** | ***İK5*:** | ***İK6*:** |
| Uygulanabilirlik | İşlem Verimliliği | İşçi Verimliliği | Malzeme Kalitesi | Malzeme Temini | Donanım Yeterliliği |
| ***MB1*: İstenilen Ölçülerdeki Kapı Talebinin Karşılanması** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***MB2*: Belirtilen Zamanda Teslimin Yapılması** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***MB3*: Montajlı Ürün Şeklinin Uygunluğu** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***MB4*: İstenilen Boya Rengi Talebinin Karşılanması** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***MB5*: İstenilen Özellikte Aksesuarlar** | |  |  |  |  |  |  |  |
| Hedef Değer (*TIR*) | | |  |  |  |  |  |  |

Örnek olarak, Çizelge 3’deki *İK4*-Malzeme Kalitesi karakteristiği için Tanım-1 ile verilen *BAOVL* yöntemi *α*=0 iken uygulandığında beş adet müşteri beklentisine göre 25=32 olabilir *TIR* (Bulanık Hedef Değer) sonucu bulunabilir. Bu tüm olabilir sonuçlar içerisinden belirlenen  aralığının hesabı,

ve



biçimindedir.

Değerlendirmelerde kullanılan sözel ifadelerin Üçgensel Bulanık Sayı (ÜBS) ile gösterimi ve  için *BAOVL* yöntemi ile elde edilen *İK4*-toplam memnuniyeti Şekil 5 ile gösterilmektedir. Şekil 5’e göre, *İK4*-Malzeme Kalitesi karakteristiğine ilişkin toplam memnuniyeti tarif eden bulanık sayının simetrik özelliğini kaybettiği görülmektedir.



**Şekil 5. *BAOVL* Yöntemi İle Elde Edilen *İK4*-Memnuniyet Gösterimi (Kesikli Çizgi)**

İşletme İç işlev karakteristikleri için *BAOVL* yöntemi ile hesaplanan Bulanık Hedef Değerler Çizelge 4’de verilmektedir. Bu bulanık değerler önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımının ikinci aşamasında (Aşama-2) göreli önem düzeyleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Klasik KFY yaklaşımında Çizelge 2’deki kesin değerler ve (1) ile verilen Hedef Değer (*TIR*) hesabına göre İşletme İç İşlev Karakteristikleri için Klasik Hedef Değerler Çizelge 4’de verilmektedir.

**Çizelge 4. İşletme İç İşlev Karakteristikleri İçin Bulanık ve Klasik Hedef Değerler (Aşama-2 Bulanık ve Klasik KFY İçin Göreli Önem Düzeyleri)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***İK1*:** | ***İK2*:** | ***İK3*:** | ***İK4*:** | ***İK5*:** | ***İK6*:** |
| Bulanık Değerler |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Klasik Değerler |  |  |  |  |  |  |
| 3,952 | 3,048 | 3,381 | 2,667 | 3,714 | 2,476 |

Önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımında işletme iç işlev karakteristiklerini alt işlev fonksiyonelliğine dönüştüren ikinci aşamanın bulanık değerlendirmeleri Çizelge 5’de verilmektedir.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Çizelge 5. Tedarikçi Seçimi İçin Önerilen 4-Aşamalı Bulanık KFY Yaklaşımının İkinci Aşamasına Ait Bulanık Değerlendirmeler** | | | | | | | | |
|  |  |  | Alt İşlev Fonksiyonelliği (*AİFj , j*=1,2,…,7) | | | | | |
| İşletme İç İşlev Karakteristikleri  (*İKi , i*=1,2,…,*6*) | | Göreli Önem Düzeyi  (*, i*=1,2,…*,6*) | ***AİF1*:** | ***AİF2*:** | ***AİF3*:** | ***AİF4*:** | ***AİF5*:** | ***AİF6*:** |
| Montaj İşlemi | Boya | Aksesuar | Kapı Ölçüsü | Kapı Açılım Yönü | Ambalaj |
| ***İK1*: Uygulanabilirlik** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***İK2*: İşlem Verimliliği** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***İK3*: İşçi Verimliliği** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***İK4*: Malzeme Kalitesi** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***İK5*: Malzeme Temini** | |  |  |  |  |  |  |  |
| ***İK6*: Donanım Yeterliliği** | |  |  |  |  |  |  |  |
| Hedef Değer (*TIR*) | | |  |  |  |  |  |  |

Alt işlev fonksiyonellikleri için *BAOVL* yöntemi ile hesaplanan Bulanık Hedef Değerler Çizelge 6’da verilmektedir. Bu bulanık değerler önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımının üçüncü aşamasında (Aşama-3) göreli önem düzeyleri olarak kullanılmaktadır. Klasik KFY yaklaşımında Çizelge 2’deki kesin değerler ve (1) ile verilen Hedef Değer (*TIR*) hesabına göre Alt İşlev Fonksiyonelliği için Klasik Hedef Değerler Çizelge 6’dadır.

**Çizelge 6. Alt İşlev Fonksiyonelliği İçin Bulanık ve Klasik Hedef Değerler (Aşama-3 Bulanık ve Klasik KFY için Göreli Önem Düzeyleri)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *AİF1*: | *AİF2*: | *AİF3*: | *AİF4*: | *AİF5*: | *AİF6*: |
| Bulanık Değerler |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Klasik Değerler |  |  |  |  |  |  |
| 3,069 | 3,111 | 2,166 | 2,589 | 1,545 | 2,438 |

Önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımında alt işlev fonksiyonelliklerini tedarikçi karakteristiklerine dönüştüren üçüncü aşamanın bulanık değerlendirmeleri Çizelge 7’de verilmektedir.

**Çizelge 7. Tedarikçi Seçimi İçin Önerilen 4-Aşamalı Bulanık KFY Yaklaşımının Üçüncü Aşamasına Ait Bulanık Değerlendirmeler**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Tedarikçi Karakteristikleri (*TKj , j*=1,2,3) | | |
| Alt İşlev Fonksiyonelliği  (*AİFi , i*=1,2,…,7) | | Göreli Önem Düzeyi  (*, i*=1,2,…*,5*) | ***TK1*:** | ***TK2*:** | ***TK3*:** |
| Zamanında Teslim | Ürün/Hizmet Kalitesi | Fiyat Uygunluğu |
| ***AİF1*: Montaj İşlemi** | |  |  |  |  |
| ***AİF2*: Boya** | |  |  |  |  |
| ***AİF3*: Aksesuar** | |  |  |  |  |
| ***AİF4*: Kapı Ölçüsü** | |  |  |  |  |
| ***AİF5*: Kapı Açılım Yönü** | |  |  |  |  |
| ***AİF6*: Ambalaj** | |  |  |  |  |
| Hedef Değer (*TIR*) | | |  |  |  |

Tedarikçi karakteristikleri için *BAOVL* yöntemi ile hesaplanan Bulanık Hedef Değerler Çizelge 8’de verilmektedir. Bu bulanık değerler önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımının dördüncü aşamasında (Aşama-4) göreli önem düzeyleri olarak kullanılmaktadır. Klasik KFY yaklaşımında Çizelge 2’deki kesin değerler ve (1) ile verilen Hedef Değer (*TIR*) hesabına göre tedarikçi karakteristikleri için Klasik Hedef Değerler Çizelge 8’dedir.

**Çizelge 8. Tedarikçi Karakteristikleri İçin Bulanık ve Klasik Hedef Değerler (Aşama-4 Bulanık ve Klasik KFY İçin Göreli Önem Düzeyleri)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ***TK1*** | ***TK2*** | ***TK3*** |
| Bulanık Değerler |  |  |  |
|  |  |  |
| Klasik Değerler |  |  |  |
| 3,797 | 3,765 | 2,739 |

Önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımın son adımı olan dördüncü aşamada (Aşama-4) fabrika tedarikçi firmalarının karakteristikleri sağlama durumu bulanık değerlendirmeleri ve tedarikçilerin sıralamasını ortaya koyan Bulanık Hedef Değerler, sırasıyla, Çizelge 9 ve 10’da verilmektedir.

**Çizelge 9. Tedarikçi Seçimi İçin Önerilen 4-Aşamalı Bulanık KFY Yaklaşımının Dördüncü Aşamasına Ait Bulanık Değerlendirmeler**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Tedarikçi Firmalar (*TFj , j*=1,2,3) | | | | | |
| Tedarikçi Karakteristikleri  (*TKi , i*=1,2,3) | | Göreli Önem Düzeyi  (*, i*=1,2,…*,5*) | ***TF1*:** | ***TF2*:** | ***TF3*:** | ***TF4*:** | ***TF5*:** | ***TF6*:** | ***TF7*:** | ***TF8*:** |
| Tedarikçi-1 | Tedarikçi-2 | Tedarikçi-3 | Tedarikçi-4 | Tedarikçi-5 | Tedarikçi-6 | Tedarikçi-7 | Tedarikçi-8 |
| ***TK1*: Zamanında Teslim** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ***TK2*: Ürün/Hizmet Kalitesi** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ***TK3*: Fiyat Uygunluğu** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hedef Değer (*TIR*) | | |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Çizelge 10. Tedarikçi Firmalar İçin Bulanık Hedef Değerler**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***TF1*** | ***TF2*** | ***TF3*** | ***TF4*** | ***TF5*** | ***TF6*** | ***TF7*** | ***TF8*** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Bu çalışma kapsamında 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı ile elde edilen Bulanık Hedef Değerler (4) ile verilen Durulaştırma (Defuzzification) sonucu kesin halleri (merkez değerler) ve tedarikçi firma sıralaması Çizelge 11’deki gibidir. Öte yandan, 4-aşamalı Klasik KFY’nda Çizelge 2’deki kesin değerler ve (1) ile verilen Klasik Hedef Değer (*TIR*)’e göre tedarikçi sıralama sonuçları da Çizelge 11’de verilmektedir.

Çizelge 11’e göre, 4-aşamalı Bulanık KFY ile Klasik KFY değerlendirmeleri karşılaştırıldığında *TF2* ve *TF1* ile *TF5* ve *TF8* kodlu tedarikçilerin sıralamaları farklı bulunmuştur. Bulanık ve Klasik yaklaşımlarla yapılan çalışmalarda *TF5* ve *TF8* kodlu tedarikçilerin hedef değerleri (*TIR* değerleri) yaklaşık olarak eşittir. *TF1* ve *TF2* tedarikçilerin Klasik yaklaşımla hesaplanan *TIR* değerleri birbirine yakındır. Öte yandan, öznel değerlendirmelerde algı farklılığını daha hassas ve detaylı inceleyen bulanık yaklaşım ile *TF1* ve *TF2* için hesaplanan *TIR* değerleri arasındaki farklılık açıkça görülebilmektedir. Her iki yaklaşıma göre *TF6* kodlu firma birinci sırada yer almaktadır.

**Çizelge 11. 4-Aşamalı Bulanık ve Klasik KFY Sonucu Tedarikçi Firma Sıralamaları**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4-Aşamalı Bulanık KFY İçin Durulaştırma (Defuzzification) Sonuçları** | | | | | | | | |
| Tedarikçi  Firma | *TF6* | *TF4* | ***TF2*** | ***TF1*** | ***TF5*** | ***TF8*** | *TF7* | *TF3* |
| Merkez Değer | 3,935 | 3,755 | **3,726** | **3,666** | **3,368** | **3,367** | 3,131 | 2,903 |
| Tedarikçi Sıralaması |  | | | | | | | |
| **4-Aşamalı Klasik KFY Sonuçları** | | | | | | | | |
| Tedarikçi Firma | *TF6* | *TF4* | ***TF1*** | ***TF2*** | ***TF8*** | ***TF5*** | *TF7* | *TF3* |
| Kesin Değer | 4,003 | 3,837 | **3,737** | **3,734** | **3,369** | **3,366** | 3,163 | 2,900 |
| Tedarikçi Sıralaması |  | | | | | | | |

Bu çalışmada, ayrıca, tedarikçi firmaların her bir karakteristik bakımından verimliliklerini ölçmek amacı ile aşağıdaki hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir:

Buna göre, tedarikçilerin karakteristikler bazında ayrı ayrı ve ortalama verimlilik yüzdeleri Çizelge 12’de verilmektedir. Ayrıca, Çizelge 12’de ortalama verimlilik yüzdeleri bakımından tedarikçi sıralamaları da yer almaktadır. Buna göre, *TF5* ve *TF8*’in ortalama verimlilik yüzdeleri ve dolayısıyla sıralamadaki yerleri aynıdır. *TF2* ortalama verimlilik yüzdesi bakımından tedarikçi sıralamasında *TF1*’den önce yer almaktadır. Çizelge 12’deki tedarikçi sıralaması, önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY çalışmasında elde edilen sıralama ile aynıdır.

**Çizelge 12. Tedarikçi Firmaların Önerilen Verimlilik % Hesabı Sonuçları ve Sıralanmaları**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ***TF1*** | ***TF2*** | ***TF3*** | ***TF4*** | ***TF5*** | ***TF6*** | ***TF7*** | ***TF8*** |
| *TK1* | 95 % | 90 % | 72 % | 97 % | 80 % | 100 % | 72 % | 82 % |
| *TK2* | 78 % | 82 % | 72 % | 85 % | 86 % | 78 % | 75 % | 84 % |
| *TK3* | 73 % | 77 % | 82 % | 74 % | 78 % | 88 % | 90 % | 76 % |
| Ortalama | 82 % | 83 % | 75 % | 85 % | 81 % | 89 % | 79 % | 81 % |
| Sıralama | 4 | 3 | 7 | 2 | 5 | 1 | 6 | 5 |

# 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, tedarikçi seçim problemi için KFY öznel değerlendirmelerinde bulanık sayılar ve bulanık ağırlıklı ortalama yönteminin kullanıldığı bir 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı önerilmektedir. Bu önerilen yaklaşım ile müşteri beklentileri tedarikçi sıralama ve seçimine birbiri ile fonksiyonel olarak bağlantılı dört adet KFY’ndan yararlanarak dönüştürülmektedir. Her bir KFY ilişki matrisinde karar verici öznel değerlendirmeleri bulanık sayılar ve teknik öncelik sırası (hedef değer) hesaplamalarında Vanegas ve Labib’in geliştirdiği bulanık ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılarak kavram ve algı kaynaklı belirsizlikler giderilmektedir. Dört adet KFY’nın her bir aşaması için hesaplanan bulanık hedef değerler bir sonraki aşamada göreli önem düzeyi olarak kullanılmaktadır. Böylelikle, müşteri beklentisi bulanık değerlendirmeler sayesinde gerçeği daha iyi yansıtacak şekilde, fonksiyonel bir yapıda tedarikçi seçimine dönüştürülmektedir.

Önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı küresel inşaat sanayinde tanınmış bir şirketler topluluğunun Kapı Doğrama Fabrikası’nda tedarikçi seçim süreci için uygulanmıştır. Bunun yanı sıra, KFY ilişki matrislerinin her birinde karar verici öznel değerlendirmeleri kesin sayılar ve klasik ağırlıklı ortalama yöntemi ile hesaplanmıştır. Klasik ve Bulanık yaklaşımlar ile fabrikanın sekiz adet tedarikçi firmasının sıralamaları ve seçimi Müşteri-İşletme-Tedarikçi döngüsünün bütünü ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Her iki yaklaşım sonucu belirlenen tedarikçi sıralamaları arasındaki farklılıklar belirlenmiştir. Son olarak fabrika tedarikçi firmalarının tedarikçi karakteristikler bakımından verimliliklerini ve ortalama verimliliğini hesaplamak amacı ile karar ölçütleri geliştirilmiştir. Bu verimlilik ölçütleri sonucu ortaya çıkan tedarikçi sıralamaları ile çalışmada önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı sonuçları birbiri ile aynı bulunmuştur.

İleriye yönelik çalışmalarda, önerilen 4-aşamalı Bulanık KFY yaklaşımı, AHP, ANP, Veri Zarflama Analizi gibi farklı karar destek araçları ile birleştirilebilir. Ayrıca, bu önerilen yaklaşım sağlık, finans, eğitim, mühendislik tasarımı gibi çeşitli alanlardaki seçim ve değerlendirme problemlerine uygulanabilir.

# KAYNAKÇA

* AKAO, Y., (1972), **New product development and quality assurance deployment system (in Japanese)**, Standardisation and Quality Control, 25 (4): 243–246.
* AKAO, Y., (1990), **Quality function deployment: Integrating customer requirements into product design**, Cambridge: Productivity Press.
* ALINEZAD, A., SEIF, A., ESFANDIARI, N., (2013), **Supplier evaluation and selection with QFD and FAHP in a pharmaceutical company**, Int. J. Adv. Manuf. Tech.*,* 68 (1-4): 355-364.
* BAHRAMI, A., (1994), **Routine design with information-content and fuzzy quality function deployment**, Journal of Intelligent Manufacturing, 5 (4): 203–210.
* BEVILACQUA, M., CIARAPICA, F. E., GIACCHETTA, G., (2006), **A Fuzzy-QFD approach to supplier selection**, Journal of Purchasing and Supply Management, 12 (1): 14–27.
* Bouchereau, V., Rowlands, H., (2000), **Methods and techniques help quality function deployment (QFD)**, Benchmarking: An International Journal, 7: 8–20.
* Büyüközkan, G., Feyzioğlu, O., RUAN, D., (2007), **Fuzzy group decision-making approach to multiple preference formats in quality function deployment**, Computers in Industry, 58 (5): 392-402.
* CHAN, L. K., WU, M. L., (2002), **Quality function deployment: A literature review**, European Journal of Operational Research, 143 (3): 463–497.
* COHEN, L., (1995), **Quality function deployment: how to make QFD work for you**, Addison-Wesley, Reading, MA.
* DAI, J., Blackhurst, J., (2012), **A four-phase AHP-QFD approach for supplier assessment: a sustainability perspective**, Int. J. Prod. Res., 50 (19): 5474-5490.
* DE BOER, L., VAN DER WEGEN, L. L. M., (2003), **Practice and promise of formal supplier selection: a study of four empirical cases**, Journal of Purchasing and Supply Management, 9: 109–118.
* DONG, W. M., WONG, F. S., (1987), **Fuzzy weighted averages and implementation of the extension principle**, Fuzzy Sets and Systems, 21: 183-199.
* FUNG, R. Y. K., Popplewell, K., XIE, J., (1998), **An intelligent hybrid system for customer requirements analysis and product attribute targets determination**, International Journal of Production Research, 36: 13–34.
* Hauser, J. R., ClausIng, D., (1988), **The house of quality**, Harvard Business Review, 66 (3): 63–73.
* HSIAO, S.-W., (1998), **Fuzzy logic based decision model for product design**, International Journal of Industrial Ergonomics, 21: 103-116.
* KHOO, L.P., HO, N. C., (1996), **Framework of a fuzzy quality function deployment system**, International Journal of Production Research, 34 (2): 299–311.
* JovanovIć, B., DelIbašić, B., (2014), **Application of integrated QFD and fuzzy AHP approach in selection of suppliers**, Management*,* 72: 25-35.
* KARSAK, E. E., DURSUN, M., (2014), **An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data**, Expert Syst. Appl., 41: 6995-7004.
* Kaufmann, A., Gupta, M. M., (1985), **Introduction to fuzzy arithmetic: Theory and applications**, Van Nostrand Reinhold, New York.
* PRASAD, B., (1998), **Review of QFD and related deployment techniques**, Journal of Manufacturing Systems, 17 (3): 221–234.
* SOROOR, J., SajjadI, S., SajjadI, S. S., ALAVI, S. N., SoheIlInIa, A., (2011), **An advanced adoption model and an algorithm of evaluation agents in automated supplier ranking**, Comput. Math. Appl., 62 (10): 3649-3662.
* VANEGAS, L. V., LABIB, A.W., (2001a), **Application of new fuzzy-weighted average (NFWA) method to engineering design evaluation**, International Journal of Production Research, 39 (6): 1147-1162.
* VANEGAS, L. V., LABIB, A.W., (2001b), **A fuzzy quality function deployment model for deriving optimum targets**, International Journal of Production Research, 39 (1): 99–120.
* WANG, J., (1999), **Fuzzy outranking approach to prioritize design requirements in quality function deployment**, International Journal of Production Research, 37 (4): 899-916.
* WANG, Y. M., CHIN, K. S., (2011), **Technical importance ratings in fuzzy QFD by integrating fuzzy normalization and fuzzy weighted average**, Computers and Mathematics with Applications, 62: 4207–4221.
* ZADEH, L. A., (1965), **Fuzzy sets**, Information Control, 8: 338-353.
* ZADEH, L. A., (1996), **Fuzzy logic=Computing with words**, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 4 (2): 103-111.
* ZADEH, L. A., (2002), **From computing with numbers to cumputing with words from manipulation of measurements to manipulation to perceptions**, Int. J. Appl. Math. Comput. Sci., 12 (3): 307–324.
* ZADEH, L. A., (2005), **Toward a generalized theory of uncertainty (GTU) – an outline**, Information Sciences, 172: 1–40.

1. ***Mükerrem Bahar BAŞKIR****, Yrd. Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü.* [↑](#footnote-ref-1)