

**T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**BULANIK KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ İLE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ
ANALİZİNİN BİR AMBALAJ FİRMASINDA UYGULANMASI**

Beran GÜLÇİÇEK

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Çiğdem SOFYALIOĞLU

MANISA

2014

ÖZET

Rekabetin yüksek olduğu bir pazarda müşteri memnuniyeti, farklılık yaratan bir anahtar olarak görülmektedir. İşletmelerin kendilerini farklılaştırarak rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri; kalitenin yaratılması, korunması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesi gibi konulara eğilmeleri ile mümkün olmaktadır.

Bu amaçlarla, çok sayıda kalite iyileştirme metodu geliştirilmiştir. Kalite Fonksiyon Göçerimi(KFG) ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) bu metotlardan en bilinenleridir.

KFG, müşteri memnuniyetini artırmak için mevcut ürünlerin ya da yeni bir ürünün geliştirilmesinde kullanılan müşteri odaklı bir yaklaşımdır. HTEA, bir ürün ya da süreçteki potansiyel hataları tanımlayan ve bu hataların müşteriler üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koyan bir risk analiz tekniğidir. HTEA, hata türleri için belirlenen olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik şeklindeki üç risk faktörü değerinin çarpılması ile hesaplanan Risk Öncelik Puanları(RÖP) yardımı ile risk faktörlerini derecelendirmektedir. Her iki metodun da bir takım eksiklikleri vardır.

Kalite evi insanların belirsiz ve tamamen subjektif olan sözel değerlendirmelerinden üretilmektedir. HTEA metodu da gerçekçi olmasa da üç risk faktörünün de aynı öneme sahip olduğunu kabul etmektedir.

Bu çalışmada KFG sürecindeki belirsizlik problemini çözebilmek için bulanık mantık yaklaşımı uygulanmış, HTEA'nin risk faktörlerinin ağırlıklarını göz ardı etmesi sorununu çözebilmek için de Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi HTEA sürecine dahil edilmiş ve Chang'ın Bulanık AHP metodu kullanılmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı; iki kalite aracı arasındaki etkileşimi sağlayan bir metodoloji önermek ve bu metotların eksikliklerinin nasıl giderilebileceğini ortaya koyabilmektir. Önerilen bu metodoloji, plastik ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi, Hata Türü ve Etkileri Analizi, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

ABSTRACT

In a competitive marketplace where businesses compete for customers, customer satisfaction seen as a key differentiator. The survival of the companies by differentiating themselves in a competitive market is only possible by tending the issues such as creation, protection, development and improvement of the quality.

With this aim many quality improvement methods have been developed. Quality Function Deployment (QFD) and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) come at the beginning of these methods.

QFD(Quality function deployment) is a customer driven approach used in new product development and for existing products in order to maximize customer satisfaction and FMEA(Failure Modes and Effects Analysis can be defined as a risk analysis technique that identify the potential errors of a product or process and consider the possible effects of these errors on customers. FMEA determines the risk priorities of failure modes using the risk priority numbers(RPN), by multiplying the scores of the risk factors like the occurrence (O), severity (S) and detection (D) of each failure mode. Both methods have some drawbacks.

House of quality process is generated from human beings' perceptions and linguistic assessments that are quite subjective and vague. And in FMEA, The three risk factors are assumed to have the same importance but this situation is not suitable for real life practical applications

In this study to solve the uncertainty or imprecision problems in QFD and to eliminate the disadvantages of the analysis, a fuzzy set theory will be applied to QFD and to eliminate the disadvantages of the FMEA about risk factor's weights, fuzzy AHP has been applied to FMEA and Chang's method has been used as a Fuzzy AHP method.

The main intention of this study is to propose a methodology for interactions between the two quality tools: QFD and FMEA. The proposed methodology has been applied to a manufacturing firm operating in the plastic packaging sector.

Key Words: Fuzzy Quality Function Deployment, Failure Mode and Effects Analysis, Fuzzy Analytic Hierarchy Process

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum "Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi ile Hata Türü Ve Etkileri Analizinin Bir Ambalaj Firmasında Uygulanması" adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

14/03/2014

Beran Gülççek

TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü 21.02.2014 tarih ve 6/34 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisans Üstü öğretim Yönetmeliği'nin 24. Maddesi gereğince Enstitümüz İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Beran GÜLÇİÇEK'in "Bulanık Kalite, Fonksiyon Göçerimi ile Hata Türü ve Etkileri Analizinin Bir Ambalaj Firmasında Uygulanması" Konulu tezi incelenmiş ve aday 14.03.2014 tarihinde saat 10.00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra ⁷⁷.. dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI olduğuna

OY BİRLİĞİ

DÜZELTME yapılmasına *

OY ÇOKLUĞU

RED edilmesine **

ile karar verilmiştir.

* Bu halde adaya 6 ay süre verilir.

** Bu halde adayın kaydı silinir.

BAŞKAN

Yrd.Doç.Dr. Çiğdem SOFYALIOĞLU
(Danışman)

ÜYE

Prof.Dr. Cengiz YILMAZ

ÜYE

Doç.Dr. Özlem DOĞAN

ÜYE

Yrd.Doç.Dr. Mustafa GERŞİL

ÜYE

Yrd. Doç.Dr. Tuncer ÖZDİL

Evet Hayır

*** Tez, burs, ödül veya Teşvik prog. (Tüba, Fullbright vb.) aday olabilir

Tez, mutlaka basılmalıdır

Tez, mevcut haliyle basılmalıdır

Tez, gözden geçirildikten sonra basılmalıdır.

Tez, basımı gereksizdir.

ÖNSÖZ

Çalışmalarımnda, bilgi ve deneyimleriyle beni destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım, Yrd. Doç. Dr. Çiğdem Sofyalıoğlu'na, Doç.Dr. Özlem Doğan'a, Yrd. Doç. Dr. Mustafa Gerşil'e, Prof. Dr. Cengiz Yılmaz'a, Doç. Dr. Tuncer Özdil'e ve Yrd. Doç. Dr. Orkun Kozanoğlu'na, gerekli verileri toplamamda ve anket çalışmasında bana yardımcı olan, çalışmamın uygulamasını gerçekleştirdiğim firmanın yöneticilerine, çalışanlarına, her zaman yanımda olan aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Beran Gülçiçek

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
YEMİN METNİ.....	iv
TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAGI.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ

1.1. Toplam Kalite Yönetimi ve KFG İlişkisi.....	4
1.2. KFG'nin Tanımı.....	7
1.3. “Kalite Fonksiyon Göçerimi” nin Anlamı.....	10
1.4. Kalite Fonksiyon Göçerimi'nin Tarihçesi.....	11
1.5. KFG'nin Önemi.....	13
1.6. KFG'nin Uygulama Amacı.....	13
1.7. KFG'nin Yararları.....	17
1.7.1. Müşteri Beklentilerinin Daha İyi Anlaşılması ve Müşteri Tatmininde Artış.....	17
1.7.2. Ürün Kalitesi ve Güvenilirliğinde Artış.....	17
1.7.3. Yeni Ürün Geliştirme Süresinin ve Pazara Sunuş Süresinin Kısalması.....	18
1.7.4. Maliyetlerde Düşme ve Verimlikte Artış.....	18
1.7.5. Gelecekte Yapılacak Çalışmalara Veri Kaynağı Oluşturması.....	19
1.8. KFG ile İlgili Kavramlar.....	20
1.9. KFG Sürecinin Aşamaları.....	20
1.9.1. Planlama Aşaması.....	21
1.9.1.1. Örgütsel Desteğin Sağlanması.....	21
1.9.1.2. Amaçların Belirlenmesi.....	22
1.9.1.3. Müşterilerin Belirlenmesi.....	22
1.9.1.4. Zaman Ufkunun Belirlenmesi.....	24
1.9.1.5. Ürüne Karar Verilmesi.....	24
1.9.1.6. KFG Takımının Kurulması.....	25
1.9.1.7. Uygulama Çizelgesinin Hazırlanması.....	27
1.9.1.8. Gerekli Malzeme ve Tesisin Sağlanması.....	27
1.9.2. Müşteri Sesinin Toplanması.....	28
1.9.2.1. Müşteri Sesini Toplama Yöntemleri.....	28
1.9.2.1.1. Anketler.....	29
1.9.2.1.2. Odak Gruplar.....	30
1.9.2.1.3. Derinlemesine Görüşme Tekniği.....	32

1.9.2.1.4. Etnografya	33
1.9.2.1.5. Kano Modeli	34
1.9.2.1.6. Gemba Analizi.....	37
1.9.3. Kalite Evinin Oluşturulması.....	38
1.9.3.1. Kalite Evi Hakkında Genel Bilgi	38
1.9.3.2. Müşteri İştekleri Kısımının Oluşturulması.....	40
1.9.3.2.1. Müşteri İştiyaçlarının Belirlenmesi	41
1.9.3.2.2. Müşteri İştiyaçlarının Gruplandırılması	41
1.9.3.2.3. Müşteri İştiyaçlarının Önceliklendirilmesi	42
1.9.3.3. Planlama Matrisinin Oluşturulması ve Analizi	43
1.9.3.4. Teknik Karakteristiklerin Belirlenmesi	43
1.9.3.5. Müşteri İştiyaçları ile Teknik Karakteristikler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi	44
1.9.3.6. Teknik Korelasyonların Belirlenmesi ve Analizi	45
1.9.3.7. Teknik Kıyaslamaların Yapılması ve Hedef Değerlerin Belirlenmesi	47
1.9.3.8. Sonuçlara Dayalı Olarak Geliştirme Projesinin Plânlanması	47
1.9.4. Sonuçların Analizi ve Yorumlanması.....	48
1.10. KFG'nin Kullanım Alanları	48
1.11. KFG'nde Kullanılan Yardımcı Araçlar	49
1.11.1. Beyin Fırtınası.....	49
1.11.2. Etkileşim Diyagramı	51
1.11.3. Ağaç Diyagramı (Hiyerarşi Diyagramı).....	52
1.11.4. İlişki Diyagramı	53
1.11.5. Matris Diyagramı	53
1.11.6. Matris Veri Analizi	53
1.11.7. Analitik Hiyerarşi Prosesi	54
1.11.7.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Hakkında Genel Bilgi	54
1.11.7.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi'nde Tutarlılık	58
1.11.8. Yaratıcı Sorun Çözme (TRİZ) Analizi	60
1.11.9. Deney Tasarımı (Taguchi) Metodu	61
1.11.10. Hata Türü ve Etkileri Analizi	63

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ İLE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

2.1. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Eksiklikleri	64
2.2. Bulanık Mantık	66
2.2.1. Bulanık Mantığın Tanımı	66
2.2.2. Bulanık Mantığın Tarihçesi.....	67
2.2.3. Bulanık Mantığın Uygulama Alanları	68
2.2.4. Bulanık Mantık ve Karar Verme	69
2.2.5. Bulanık Mantık ve Klasik Mantık Arasındaki Farklılıklar	70
2.2.6. Bulanık Mantıkta Üyelik Fonksiyonu Tipleri	73
2.2.6.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	73
2.2.6.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu.....	74
2.2.6.3. Gaussian üyelik fonksiyonu	74
2.2.6.4. Çan Üyelik Fonksiyonu	75
2.2.7. Bulanık Küme İşlemleri	76

2.2.8.	Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler.....	76
2.2.8.1.	Toplama İşlemi.....	76
2.2.8.2.	Çıkarma İşlemi.....	77
2.2.8.3.	Çarpma İşlemi.....	77
2.2.8.4.	Bölme İşlemi.....	77
2.2.9.	Bulanık Mantık Süreci.....	78
2.2.9.1.	Bulanıklaştırma.....	78
2.2.9.2.	Bulanık Önerme İşlemi.....	78
2.2.9.3.	Durulaştırma(Defuzzification).....	79
2.2.10.	Durulaştırma Yöntemleri.....	79
2.2.10.1.	En Büyük Üyelik Yöntemi.....	80
2.2.10.2.	Ortalama En büyük üyelik Yöntemi.....	80
2.2.10.3.	En Büyük İlk veya Son üyelik Derecesi Yöntemi.....	81
2.2.10.4.	Ağırlık Merkezi (Centroid) Yöntemi.....	81
2.2.10.5.	Toplamların Merkezi Yöntemi.....	82
2.2.10.6.	En Büyük Alan Merkezi Yöntemi.....	82
2.2.10.7.	Ağırlıklı Ortalama Yöntemi.....	82
2.2.11.	Bulanık Sayılarda Sıralama.....	83
2.2.11.1.	Liou- Wang'ın Sıralama Yöntemi.....	83
2.2.11.2.	Minimize ve Maksimize Setlerle Sıralama Yöntemi.....	84
2.2.11.3.	Kareli Ortalama Yöntemi.....	84
2.3.	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi.....	84
2.3.1.	Chang'ın Genişletilmiş Bulanık AHP yöntemi.....	87
2.4.	Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi.....	90
2.5.	Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA).....	93
2.5.1.	HTEA Tanımı.....	94
2.5.2.	HTEA'nin Tarihçesi.....	96
2.5.3.	HTEA'nin Girdileri.....	97
2.5.4.	Hata Türü ve Etkileri Analizinin Çeşitleri.....	99
2.5.5.	HTEA'nin Aşamaları.....	101
2.5.5.1.	Hazırlık Çalışmaları.....	102
2.5.5.2.	Hata Türlerinin Belirlenmesi.....	102
2.5.5.3.	Hata Türlerinin Etkilerinin Belirlenmesi.....	103
2.5.5.4.	Tespit Edilebilirlik (Saptama) Değerinin Belirlenmesi.....	103
2.5.5.5.	Olasılık Değerinin Belirlenmesi.....	104
2.5.5.6.	Ağırlık (Şiddet) Değerlerinin Belirlenmesi.....	105
2.5.5.7.	Risk Öncelik Puanının(RÖP)Hesaplanması.....	106
2.5.5.8.	Düzeltilici Faaliyetler (İyileştirme).....	108
2.5.5.9.	İzleme ve Uygulama.....	108
2.5.5.10.	Doğrulama.....	109
2.5.6.	HTEA Takımı.....	109
2.5.7.	HTEA Çalışma Konuları.....	111
2.5.8.	HTEA'de Yönetimin Sorumluluğu.....	112
2.5.9.	Hata Türleri ve Etkileri Analizi'nin Kalite Sistemi İçindeki Yeri.....	112
2.5.10.	HTEA'nin Eksiklikleri.....	114
2.6.	KFG Sürecinde HTEA.....	116

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
BULANIK KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ İLE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ
ANALİZİNİN BİR PLASTİK AMBALAJ FİRMASINDA UYGULANMASI

3.1. Sektör ve Firma Hakkında Genel Bilgi.....	120
3.2. Çalışmanın Amacı	123
3.3. Çalışmanın Yöntemi.....	124
3.4. Kalite Fonksiyon Göçerimi Takımının oluşturulması.....	125
3.5. KFG Müşteri bilgileri bölümünün oluşturulması.....	125
3.5.1. Müşteri İhtiyaçlarının belirlenmesi	126
3.5.2. Müşteri İhtiyaçlarının Gruplandırılması	128
3.5.3. Anket Formunun Hazırlanması ve Analizi	130
3.5.4. Müşteri İhtiyaçlarının Önem Derecelerinin Belirlenmesi.....	132
3.5.5. Müşteri ihtiyaçlarına Göre Rekabet Analizinin Yapılması ve Planlama Matrisinin oluşturulması	139
3.6.KFG Teknik Bilgiler Bölümünün Oluşturulması	145
3.7.Müşteri İhtiyaçları ile Teknik Karakteristikler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi ..	146
3.8.Teknik Korelasyonların Belirlenmesi ve Analizi	149
3.9.Teknik Karakteristiklerin Önem Derecelerinin Hesaplanması	152
2.10. Teknik Karakteristiklerin Önem Derecelerine Göre Sıralanması	155
3.11. KFG Sürecine Süreç HTEA'nin Dahil Edilmesi	162
3.11.1. Hata Türlerinin Belirlenmesi.....	163
3.11.2. Hataların Olası Nedenleri.....	164
3.11.3. Hataların Olası Etkilerinin Belirlenmesi	165
3.11.4. Hatanın Tespit edilebilirlik, Olasılık ve Şiddet Puanlarının Belirlenmesi	166
3.11.5. Risk Faktörlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi	168
3.11.5. 1. Karşılaştırma Matrisinin Hazırlanması	168
3.11.5.2. Chang'ın Bulanık AHP Yöntemine Göre Risk Faktörlerinin Ağırlıklarının Hesaplanması	169
3.11.6. Risk Öncelik Puanlarının(RÖP) Hesaplanması.....	174
3.11.7. Önleyici/Düzeltilici Faaliyetlerin Belirlenmesi.....	177
SONUÇ VE ÖNERİLER	179
KAYNAKLAR.....	187
EKLER.....	207

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. KFG'nin Yararları	19
Tablo 2. Müşteri Sesini Toplama Yöntemleri.....	30
Tablo 3. Odak Grup Tekniği ile Derinlemesine Görüşme Tekniği Karşılaştırması	33
Tablo 4. Gembanın Planlanması	37
Tablo 5. Müşteri İhtiyaçları ve Teknik Karakteristikler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Semboller	44
Tablo 6. Korelasyon Dereceleri ve Sembolleri	46
Tablo 7. KFG'de Kullanılan Yardımcı Araçlar ve Amaçları	50
Tablo 8. Saaty Ölçeği Değerleri	56
Tablo 9. Random Index Değerleri	59
Tablo 10. KFG'nin Eksiklikleri	65
Tablo 11. Bulanık Mantık Uygulama Alanları	69
Tablo 12. Klasik ve Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklılıklar	72
Tablo 13. Bulanık AHP Metodlarının Karşılaştırılması	86
Tablo 14. Hataların Önlenmesinde Eski ve Yeni Düşünce Karşılaştırması	95
Tablo 15. Tasarım HTEA ve Süreç HTEA Arasındaki Farklar	100
Tablo 16. Hatanın Tespit edilebilirlik (Saptanabilirlik) Değerleri.....	104
Tablo 17. Hatanın Olasılık Değerleri	105
Tablo 18. Şiddet (Ağırlık/Etki) Değerleri.....	106
Tablo 19. RÖP Değerinin Hesaplanması.....	107
Tablo 20. Malzeme Grubuna ve Yıllara Göre Ambalaj Üretim Miktarı(ton)	121
Tablo 21. Müşteri İhtiyaçları.....	127
Tablo 22. Müşteri İhtiyaçlarının Gruplandırılmış Olarak Gösterimi	129
Tablo 23. Demografik Yapı ile İlgili Sonuçlar	131
Tablo 24. Güvenilirlik Testii Alpha Katsayısı Açıklamaları	132
Tablo 25. Müşteri İhtiyaçları Önem Dereceleri Sözel Değişkenler ve Bulanık Değerleri..	133
Tablo 26. Müşteri İhtiyaçları Önem Dereceleri (Sıralı)	135
Tablo 27. Gruplar Bazında Müşteri İhtiyacı Önem Dereceleri Ortalamaları	136
Tablo 28. Müşteri İhtiyaçları Önem Derecelerinin Kesin ve Bulanık Değerlere Göre Sıralaması.....	138
Tablo 29. Müşteri İhtiyaçları Rekabet Değerlendirmesi	140
Tablo 30. Rekabet Analizinde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayılar	141
Tablo 31. Rekabet ve Hedef Değerlendirmesi(Sözel Değişkenler)	142
Tablo 32. Satış Noktası Puanları	143
Tablo 33. Müşteri İhtiyaçları Planlama Matrisi (Bulanık Değerler)	145
Tablo 34. Teknik Karakteristikler.....	146
Tablo 35. İlişki Diyagram Matrisinde Kullanılan Bulanık Sayılar	147
Tablo 36. Teknik Karakteristikler Önem dereceleri(Bulanık Değerler).....	154
Tablo 37. Farklı Yöntemler ile Durulaştırılmış Teknik Karakteristik Önem Dereceleri.....	155
Tablo 38. Nisbi Değerlere Göre Sıralanmış Teknik Karakteristik Önem Dereceleri	156
Tablo 39. Risk Analizine Dahil Edilecek Önem Derecesi Yüksek Olan İlk 20 Teknik Karakteristik.....	159
Tablo 40. Teknik Karakteristikler Önem dereceleri, Bulanık ve Kesin Değerlere Göre Sıralama.....	161
Tablo 41. Hata Türleri	164
Tablo 42. Hataların Olası Nedenleri.....	165
Tablo 43. Hataların Olası Etkileri	166

Tablo 44. Olasılık, Tespit edilebilirlik ve Şiddet Puanlarının Bir Arada Gösterimi.....	167
Tablo 45. Bulanık AHP Önem Ölçeği	168
Tablo 46. Risk Faktörleri Karşılaştırma Matrisi	169
Tablo 47. Risk Faktörü Ağırlıkları	171
Tablo 48. RÖP'nin Hesaplanması	174
Tablo 49. RÖP'na göre Sıralanmış Olası Hata Türleri	175
Tablo 50. Hata Türleri ve Hataya Neden Olan Teknik Karakteristiklerin Karşılaştırılması	176
Tablo 51. Önleyici/Düzeltilici Faaliyetler	178

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kano Modeli	35
Şekil 2. Kalite Evinin Genel Yapısı.....	40
Şekil 3. AHP'nin Yapılandırılması.....	55
Şekil 4. Kalite Evinde Kullanılan Yardımcı Araçlar	63
Şekil 5. Klasik ve Bulanık Kümelerin Birlikte Gösterimi	71
Şekil 6. Klasik ve Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları.....	71
Şekil 7. Üçgensel Bulanık Sayılarda Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	73
Şekil 8. Yamuk Bulanık Sayılarda Üyelik Fonksiyonu.....	74
Şekil 9. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	75
Şekil 10. Çan Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	75
Şekil 11. Bulanık Önermeler Mantığının Elemanları ve Çalışması	78
Şekil 12. En Büyük Üyelik Yöntemindeki ilk en büyük üyelik durumu	80
Şekil 13. Ortalama En Büyük Değer Yöntemine Göre Durulaştırma	80
Şekil 14. Ağırlık Merkezi Yöntemi ile Durulaştırma	81
Şekil 15. En Büyük Alan Merkezine Göre Durulaştırma.....	82
Şekil 16. M_2 ve M_1 Üçgensel Bulanık Sayılarının Kesişimi	90
Şekil 17. HTEA'nın 4 Türü ve Aralarındaki ilişki.....	101
Şekil 18. KFG Sürecinde HTEA	117
Şekil 19. KFG/HTEA Arayüzü	118
Şekil 20. Müşteri İhtiyaçları Onem Dereceleri için Üçgensel Bulanık Sayılar	133
Şekil 21. İlişki Diyagram Matrisinde Kullanılan Bulanık Sayılar	147
Şekil 22. Bulanık İlişki Diyagram Matrisi.....	148
Şekil 23. Teknik Karakteristikler Arasındaki Korelasyonlar(Çatı Matrisi).....	150
Şekil 24. Kalite Evi.....	153
Şekil 25. M_1 ve M_2 Üçgensel Bulanık Sayılarının Kesişimi.....	170

KISALTMALAR LİSTESİ

- AHP:**Analitik Hiyerarşi Prosesi
BAHP:Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
CI: Tutarlılık Göstergesi
CR: Analitik Hiyerarşi Prosesi Tutarlılık Oranı
HTEA: Hata Türü ve Etkileri Analizi
ISO:International Organization for Standardization
KFG:Kalite Fonksiyon Göçerimi
RÖP: Risk Öncelik Puanı
TKY: Toplam Kalite Yönetimi
M.İ.: Müşteri İhtiyaçları
TRİZ: Yaratıcı Sorun Çözme
T.K. :Teknik Karakteristikler

GİRİŞ

Günümüzde kalite, işletmelerin rekabet gücünün iyileştirilmesinde temel bir strateji olarak kabul edilmektedir. Şirketler müşteri memnuniyetini artırmak ve sadık müşteriler yaratmak için her yıl büyük tutarlarda para harcamaktadırlar. Sadık müşteriler işletmeyi rakiplerinden farklı ve üstün olarak algılamaktadırlar. Benzer ürünleri piyasada bulabilseler bile seçimlerini işletmeden yana yapmaktadırlar.

Müşteri memnuniyetini sağlamanın ve sadık müşteriler elde edebilmenin en temel yolu, müşterinin sesine kulak vererek müşteri ihtiyaçlarını elde etmek ve bu gereksinimleri göz önünde bulundurarak yeni ürünler geliştirmek ya da mevcut ürünlerde değişikliğe gitmektir. Bu amaçla KFG gibi bir tekniğin kullanılması, müşteriler ile aynı dili konuşmayı ve müşteri memnuniyetini artıracak doğru kararlar almayı sağlayacaktır.

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşteri memnuniyetini maksimize etmek için geliştirilmiş, müşteri odaklı bir yaklaşımdır. KFG, “kalite evi” adı verilen matrisler sistemi aracılığı ile ürün geliştirme ve iyileştirme işlemini gerçekleştiren bir süreçtir ve müşteri ihtiyaçlarının teknik karakteristiklere dönüştürülmesini sağlayan fonksiyonlar arası bir takım tarafından yürütülür.

Ancak, Kalite Fonksiyon Göçerimi'nin önereceği teknik değişiklikler, bir takım riskleri ve hataları da beraberinde getirebilir ya da düşük önem derecesine sahip bir teknik karakteristiğin karşılanamaması durumunda ortaya çıkabilecek hatalar, yüksek önem derecesine sahip bir teknik karakteristiğin karşılanamaması durumunda ortaya çıkabilecek hatalardan daha tehlikeli olabilir.

Üretim sürecinde meydana gelebilecek hatalar, müşterilerin olumsuz fikirlere sahip olmasına yol açabilir. Bu hataların sonradan telafi edilmesi oldukça zor ve maliyetlidir. Bu nedenle potansiyel hataların önceden tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması müşteri memnuniyetini sağlamada önemli bir anahtar olarak görülmektedir. Artık, hataların müşteriye ulaşmadan önlenmesi ve kalitenin mükemmelleştirilmesi hedeflenmektedir. Buna yardımcı en önemli araçlardan biri de Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)'dir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi, bir ürün veya süreçteki potansiyel hataların ve bunların müşteriye olan olası etkilerinin tanımlanmasına imkan sağlayan bir risk analizi tekniği olarak tanımlanabilir (Sofyalıoğlu, 2008:35).

Ayrıca bu yöntem, KFG'ne yardımcı olarak daha mükemmel bir kalite elde edilmesini de sağlayabilmektedir. Müşterinin sesini dikkate alarak yapılacak dizayn değişikliklerinin ne gibi riskleri beraberinde getireceğini ortaya koyarak firmaya düzeltici faaliyetler önermek ve bu çerçevede dizayn ya da proses değişikliklerine gitmek büyük rekabet avantajı sağlayacaktır. Ancak her iki analizin de bünyesinde taşıdığı bir takım dezavantajlar vardır.

Müşteri ihtiyaçları ile teknik karakteristikler arasında ilişki kurulmasında etkili olan KFG takımının, gerçekte sınırlı bilgi ve tecrübe nedeniyle uygun ilişkileri tam olarak ve doğru biçimde belirlemesi zordur. Başka bir deyişle teknik dil ile sosyal dili birleştirme gereği, KFG yönteminin dezavantajları arasındadır. Bununla birlikte kalite kavramı, doğası gereği sübjektiftir ve insan değerlendirmesine bağlı olduğunda farklı kişiler tarafından farklı anlamlar çıkarılmasına yol açabilir.

Hata Türü ve Etkileri Analizinde, risk öncelik puanları hesaplanırken, risk faktörlerinin eşit öneme sahip olduğu kabul edilmektedir. Oysa her kuruluş için risk faktörlerine verilen önem farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle risk faktörleri için ağırlık puanları hesaplamak, daha gerçekçi sonuçlar çıkmasını sağlayacaktır.

Kalitenin doğasında bulunan belirsizliği ortadan kaldırmak amacıyla literatürde KFG'ni diğer yöntemlerle birleştiren çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerin başında bulanık küme teorisi gelmektedir.

Çalışmamızda da kalite fonksiyon göçeriminde kullanılan sözel veriler üçgensel bulanık sayılara çevrilerek analiz edilmiş, kalite fonksiyon göçerimi analizi sonucunda ortaya çıkan ve önem derecelerine göre sıralanan teknik karakteristiklerin karşılanamaması halinde ortaya çıkacak riskleri analiz etmek için hata türü ve etkileri analizi çalışmaya dahil edilmiştir. Hata Türü ve Etkileri Analizinde girdi olarak kullanılan risk faktörlerinin

ağırlıklarını hesaplamak amacı ile de HTEA ile Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi(BAHP) bütünleştirilmiştir.

Bu çerçevede, Bulanık KFG'ne HTEA'nin dahil edildiği çalışmamızın birinci bölümünde, KFG analizi hakkında detaylı bilgi verilmiş, KFG'nde kullanılan yardımcı araçlara ve yaklaşımlara yer verilmiş, ikinci bölümde ise KFG analizinin eksikliklerine değinerek bu eksikliklerin giderilmesi için uygulanacak olan bulanık mantık yaklaşımı ve hata türü etkileri analizi hakkında ayrıntılı bilgi verilerek, Bulanık KFG ve HTEA'nin entegre bir şekilde nasıl kullanılacağı geçmiş çalışmalara da yer verilerek anlatılmıştır. Ayrıca HTEA'nin risk faktörü ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılacak olan BAHP'nin aşamaları da bu bölümde anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, metodun bir plastik ambalaj firmasında uygulanabilirliği incelenmiş, anket yöntemi ile belirlenen müşteri ihtiyaçlarının önem derecelerinin belirlenmesinde, rakip firmalarla kıyaslamalar yapmayı sağlayan planlama matrisinde ve müşteri ihtiyaçları ile teknik karakteristikler arasındaki ilişkiyi gösteren ilişki diyagram matrisinde üçgenel bulanık sayılar kullanılarak Bulanık KFG sonuçları değerlendirilmiştir.

Belirlenen teknik karakteristiklerin karşılanamaması durumunda firmayı ne tür risklerin beklediğini ortaya koyabilmek için HTEA de KFG'ne entegre edilmiştir. HTEA'nde kullanılacak risk faktörü ağırlıklarının belirlenmesi için BAHP kullanılmıştır.

Bu analizler sayesinde; plastik ambalaj üreten firma, hem müşteri ihtiyaçlarını ortaya koyabilecek, hem de gerekli teknik karakteristikleri karşılayamaması durumunda ne tür riskler ile karşılaşacağını risk analizi sayesinde tahminleyebilecektir. Sonuç kısmında ise; elde edilen bilgiler ışığında, araştırmanın sonuçları ve öneriler ortaya konulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ

1.1. Toplam Kalite Yönetimi ve KFG İlişkisi

Organizasyonların çeşitli birimlerinde yer alan karar vericilerin genel amacı, iç ve dış müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkartmaktır. Böylelikle organizasyon da nihai amaçlarına ulaşabilecektir. Söz konusu müşteri memnuniyetinin sağlanması ise hiç şüphesiz kalite kavramının karar sürecinin her aşamasında ön planda tutulmasına ve sonuçta da kaliteli mal ya da hizmet üretimine bağlıdır. Diğer bir deyişle, günümüz karar süreçlerinde kalite olgusu yalnızca üretilen mal ya da hizmetle sınırlı tutulmamakta, kaliteli mal ya da hizmetin karar vericinin kalite anlayışında şekillendiği temel olgusu kabul görmektedir (Yaralıoğlu, 2010:183).

Her yıl firmalar ortalama % 10 ile % 30 arasında değişen oranlarda müşteri kaybına uğramaktadırlar. Ancak bu firmaların bir kısmı, hangi müşteriyi niçin ve ne zaman kaybettiğini, bunun sonucunda ne kadar gelir ve satış kaybına uğradıklarını bilmemektedirler. Bazı firmalar ise mevcut müşterilerini koruma yollarını göz ardı ederek, yeni müşteriler kazanma uğraşı içine girmektedirler (Sandıkçı,2007:42).

Karar vericiler müşteri memnuniyetini sağlayabildikleri ölçüde organizasyonlarını nihai amaçlarına taşıyacaklardır. Verilen bir kararın başarısı, müşteri memnuniyetini ne ölçüde sağlayabildiğine bağlı olacaktır.

Nihai amaçları ne olursa olsun, organizasyonların çeşitli kademelerindeki karar vericiler, zamanın her anında, önem dereceleri farklı birçok kararı vermek durumundadırlar. Bu kararların amacı ise genel anlamda müşteri memnuniyetini en büyükmektir. Çünkü karar vericiler müşteri memnuniyetini sağlayabildikleri ölçüde organizasyonlarını nihai amaçlarına taşıyacaklardır. Diğer bir deyişle karar verici tarafından verilen bir kararın başarısı, müşteri memnuniyetini ne ölçüde sağlayabildiğine bağlı olacaktır.

İşletmenin küresel rekabet ortamında rekabet edebilirliğini sağlayan en önemli unsurlardan biri de sahip olduğu müşteriler/potansiyel müşterileridir. İşletme; ürettiği ürün ya da hizmeti, müşterisine sunup, kar elde ederek varlığını devam ettirmek amacı ile kurulur. Müşteri işin oluş nedeni. Müşteri olmazsa pazar ve pazarlama olmayacağı gibi, üretim de olmaz. Bu nedenle yeni pazarlama anlayışı işletme fonksiyonlarının merkezine “müşteri” yi koymaktadır (Şimşek 2001:238’den aktaran: Akçay ve Okay, 2009:306).

İşletmenin yeni müşteri elde etmesi ve var olan müşteriyi elde tutarak devamlılığını garanti altına alabilmesi müşteri memnuniyeti ile mümkündür. Bir müşterinin memnun edilmesi de, ihtiyaç ve beklentilerinin en iyi şekilde anlaşılması ve karşılanması ile mümkündür (Liao vd, 2007:2806).

Organizasyonlar, iş çevresi ile ilgili birçok şeyi kontrol edemeyebilirler ancak ürünün özelliklerini ve kalitesini kesinlikle kontrol edebilirler. Organizasyonların kontrol edemediği Bir şey daha vardır ki; o da, hayal gücüne ya da bir takım gerçek dışı durumlara dayanan müşteri algısıdır. Müşterileri memnun etmek de ancak bu algının anlaşılması ile mümkün olabilir (Cochran,2003:1).

Müşteri algıları tutarsızdır. Aynı zamanda aynı ürünü tüketen iki farklı müşteri iki farklı kalite algısına sahip olabilir. Bu farklılıklar, müşterilerin beklentilerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle firmalar, müşteri beklentilerini ve ihtiyaçlarını iyi analiz etmelidirler. Karar vericinin hedef kitesini oluşturan müşteriler; iç ve dış müşteriler olarak ikiye ayrılırlar;

İç müşteriler; örgüt çalışanlarıdır. İç Müşteri kavramı bir örgütün üretim süreci ve hizmet süreci etkinliğinin iyileştirilmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Örgüt içerisindeki her birim, kendinden önceki düzeyin müşterisi konumundadır. İşletmeler dış müşterilerinin tatmin düzeyini, sadakatini ve kalıcılığını talep ediyorlarsa, öncelikle iç müşteri olarak adlandırılan çalışanların tatminini sağlamalıdır (Doğan ve Kılıç, 2008:76).

Dış Müşteri; Sunulan ürün ve hizmetleri satın alarak, kendi kişisel amaçları için kullanan müşteridir. Dış müşteri, bir mal veya hizmetin nasıl, hangi süreç içinde, kim

tarafından ve hangi araçlarla yapıldığından çok; kendisine nasıl yansıdığına, kusursuz ve hatasız olmasına, doyum sağlayıp sağlamadığına, ihtiyaç ve beklentilerine ne derece uyduğuna, verilen sözlerin ve taahhütlerin ne ölçüde yerine getirildiğine dikkat etmektedir (www.danismend.com).

Ürün ve hizmetin kalite seviyesini nihai olarak, müşteri belirlemekle birlikte, ürün ve hizmetin üretim süreci sırasında üretilen kalite seviyesini de, temel ve destek süreçlerde rol alan çalışanlar gerçekleştirmektedir. Müşteri memnuniyetini etkileyen temel süreçlerin; pazar araştırma faaliyetleri, tasarım süreci, üretim, tanıtım, satış ve satış sonrası hizmetler oldukları söylenebilir. Bu süreçlerin sonucunda müşteri memnuniyeti oluşması halinde müşteri sadakati doğmaktadır (Sandıkçı,2007:45).

Memnun edilmiş müşterilere sahip olan bir işletmenin rakipleri ile rekabet edebilmesi daha kolaydır. Çünkü bir mal ya da hizmetle ilgili beklentileri karşılanmış bir müşterinin, işletmede tutulması ve tekrar mal ve hizmet satın almasının sağlanması diğer kişilerin işletmeden mal ve hizmet almasından çok daha kolay olacaktır. Sadık müşteriler, işletmeyle bütünleşmiş ve işletmeyle aralarında duygusal bağ oluşmuş müşterilerdir. Bu müşteriler işletmenin zor günlerinde işletmenin yanında olacak müşterilerdir (Çiçek ve Doğan,2009:200).

Müşteri memnuniyeti, fiyatları düşürmekle değil müşterilerin en önemli ihtiyaçlarını karşılamak ile sağlanır. Günümüzde firmalar müşterileri memnun etmenin ötesine gitmelidirler. Memnun müşteri zaman içinde sadık müşteriye dönüşür. Bu nedenle memnun edilmiş müşterilerin elde tutulması önem taşımaktadır. Bu da müşterilerin ihtiyaçlarının takip edilerek karşılanması ile mümkün olabilir (Hill vd, 2007:3).

Sadık müşteriler (Altıntaş,1990:56'dan aktaran Sandıkçı,2007:46):

- Firma ile olan ilişkilerinde daha uzun kalmaktadırlar.
- Daha az maliyete neden olmaktadır.
- Yüksek karmarjları sağlamaktadırlar.
- Daha çok satın almaktadırlar.
- Fiyata daha az duyarlık göstermektedirler.

- Rekabete yoğun biçimde dikkat etmemektedirler.

İster iç ister dış müşteri memnuniyetini en büyüklemede birçok karar destek yöntemini kullanmak mümkün olsa da, özellikle son yıllarda büyük gelişme gösteren Toplam Kalite Yönetimi felsefesinin temel taşlarından biri olarak kabul edilen Kalite Fonksiyon Göçerimi tekniği ön plana çıkmıştır (Yaralıoğlu, 2010:195).

Globalleşme sürecinde devamlı gelişen dünyamızda işletmelerin piyasadaki varlıklarını sürdürebilmeleri, artan bilinçli tüketici ihtiyaçlarını sürekli takip etmeleri ve bunlara hızlı cevap vermeleri ile mümkündür. Müşteri ihtiyaçlarının en kısa zamanda, en az maliyetle ve istenen kalitede sağlanması gibi kriterler süreklilik arz etmelidir. Bu nedenle işletmeler, müşterilerine ulaşmanın yollarını aramalıdır. Bu anlamıyla müşterinin dinlenmesi, anlaşılması ve müşterinin söylediklerinin teknik karakteristiklere dönüştürülmesi ve yorumlanması Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) felsefesini biçimlendirir (Yıldız ve Baran, 2011:59).

1.2. KFG'nin Tanımı

Bu çalışmada Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) ifadesi kullanılmıştır. KFG, farklı yazarlar ve bilim adamları tarafından aşağıdaki şekillerde tanımlanmıştır,

Kalite Fonksiyon Göçerimi temel olarak müşteri ile firmanın aynı dili konuşmasını sağlar. Müşteriler ve onların özellikleri, istekleri, ihtiyaç ve beklentileri zaman içerisinde değişmektedir. Diğer yandan iş hayatı içindeki firmalar da ürünler, çalışanlar, yönetim felsefeleri vb. açılardan devamlı olarak değişime uğramaktadırlar. Sürekli değişim, müşteri ve firmanın algı haritalarının, düşünce yapılarının da sürekli yenilendiği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, değişen koşullar içinde müşteri ve firmanın konuştuğu dil farklılaşmaktadır. Bazı firmalar müşterinin “ne” dediğini anlamak için yeterince hızlı hareket edememekte ve pazar payında daralma yaratmaktadır. Bazı firmalar ise müşterinin ne dediğini öğrenebilmek ve bu ilgiyi firmada içselleştirebilmek için zaman kaybetmeden çeşitli yöntemler aramaktadır. KFG bu yöntemlerden biridir (Öter ve Tütüncü,2001: 6).

Müşterilerin beklentilerini karşılayan ürünleri tasarlamak, üretmek ve pazarlamak için işletmenin yetenekleri üzerinde odaklanan ve bu yetenekleri koordine eden bir iletişim ve planlama yöntemler dizisi olan KFG yöntemi, TKY programının başarılı bir şekilde uygulanması ve bu programla ulaşılmaması planlanan amaçların gerçekleştirilmesi için gerekli olan bir uygulamadır (Sattarov:2008:9).

Müşterileri için mal ve hizmet tedarik eden her firma pazarda rekabet edebilmek için müşterilerinin ihtiyaçlarını anlamak zorundadır. Anketler, odak gruplar, görüşmeler ve benzeri birçok araç bu amaca yönelik olarak kullanılmaktadır. Bu metotlar yardımıyla elde edilen bilgilerin sistematik olarak, planlama ve ürün geliştirmede rehberlik edecek olan teknik veriler haline dönüştürülmesi gerekmektedir. KFG bu aşamada kullanılacak bir yaklaşımdır (Tanık, 2010:405).

Müşterilerin düşünceleriyle başlayan bu sürecin en önemli girdisi de yine müşterilerin sesidir(Voice of the Customers). Müşterilerin istek ve gereksinimleri, ürün/hizmetlerin geliştirilmesinde önemli bir güçtür. KFG, bir takım çalışması sonucunda elde edilen girdiler ve alınan kararlarla yol kat eden bir süreçtir. Bu nedenle; söz konusu süreç, işletmelerde ortaya çıkan engellerin birçoğunu ortadan kaldırır ve böylece; pazarlama yönetiminde müşteri ile ilgili bilgilerin, ürün geliştirme mühendislerinin müşteri ihtiyaçlarına ilişkin bilgi ihtiyacı ile birleştirilmesine yardımcı olarak; tüm işletme uygulamalarının tek bir amaç doğrultusunda bütünleşmesini sağlar (Yıldız ve Baran, 2011:1349).

KFG, kaynak kontrolü ile başlayan bir kalite planı geliştirme metodudur. Planlama ne yapılacağına karar vermede yardımcı olurken, tasarım ise bunun nasıl yapılacağına karar vermedir. Planlama ve tasarım için müşterinin o üründen ne beklediğinin anlaşılması gereklidir (Akao,1990:28).

Müşterilerin istek ve gereksinimleri, yeni veya mevcut ürün ya da hizmetlerin geliştirilmesinde itici güçtür (Doğan ve Arıcan, 2008:108).

KFG üretim planlama, mühendislik ve imalat süreçlerinin çeşitli aşamalarında

müşteri seslerini nihai ürün için gerekli verilere dönüştüren bir kavram ve mekanizmadır (Kim vd,2000:504).

KFG, müşteri ihtiyaçlarının önem derecelerinin, müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki ilişkinin, teknik karakteristikler arasındaki korelasyonun belirlenmesi gibi çok sayıda karar verme sürecini içeren, yeni ürünün ya da mevcut ürünün geliştirilmesi ile müşteri tatminini maksimize etmeye çalışan müşteri odaklı bir yaklaşımdır (Wang ve Xiong,2011:14428).

KFG, yeni ürün geliştirmede, ürün tasarımında ve kıyaslamada kullanılan çok önemli bir kalite yönetimi aracıdır (Ramanathan ve Yunfeng,2009:711).

Müşteri istek ve beklentilerini tasarım süreçlerinde somut hale getirmek amacıyla kullanılan çok önemli bir tekniktir. Bu metodun en önemli özelliği müşterinin ne istediğinin iyi anlaşılmasını sağlamasıdır (Akyüz ve Yayla,2009:198). Müşterinin sesine kulak verme olarak da tanımlanmaktadır.

KFG müşteri beklentilerini karşılamak için kullanılabilecek bir planlama aracıdır. Tasarım, mühendislik ve üretime sistematik bir yaklaşım sağlar. KFG'ni doğru uygulayan bir firma, kalite ve üretkenliği artırırken, maliyetleri ve ürün geliştirme süresini azaltabilir (Özveri ve Türksever,2006:234).

KFG, müşteri beklentileri tarafından yönlendirilen, takım bazlı bir yönetim aracı olarak da görülebilir. Ürünün uyumsuz karakteristikleri KFG ile daha ilk aşamalarda belirlenir ve üretim öncesinde düzeltilir. Pek çok kuruluş müşteri beklentilerini belirleyebilmek için piyasa araştırması yapmaktadır. Ancak farklı fikirlere sahip müşterilerin birbirine ters düşen istekleri net bir fikrin ortaya çıkmasına engel olabilir (www.akademikdestek.net/kutuphane).

Müşteri beklentilerinin belirlenemediği durumlarda, kuruluşun mühendislik ve üretim birimleri arasındaki anlaşmazlıklar, müşterinin sesinin kaybolmasına neden olabilir. Bunun sonucunda da müşterinin ne istediğinden çok ne istemediğine odaklanılır.

KFG, yeni ürünlerin müşterilerin beklentilerini karşıladığını ya da aştığını gösteren, sistematik ve kapsamlı bir yaklaşımdır, müşteri memnuniyetini artırmada, pazara sunuş süresini kısaltmada, kaliteyi artırmada güçlü bir etkiye sahiptir (Vatthanakul vd,2010:339).

KFG temelde müşteri ihtiyaçlarına bağlı olarak oluşan, mühendis ve müşterileri ortak bir dilde buluşturarak mümkün olan en kısa sürede en iyi sonucun elde edilmesini sağlayan ve müşteri memnuniyetini hedefleyen bir sistemdir (Ardıç vd., 2008:114).

1.3. “Kalite Fonksiyon Göçerimi” nin Anlamı

Akao 1972 yılında Kansas Üniversitesinde gittiği bir seminerde oradaki araştırmacıların da tavsiyesi ile Japonca olan ve ürün konseptinin daima müşteri istek ve ihtiyaçlarına uygun kalabilmesi için sürekli iyileşme, gelişme ve hareket anlamlarının ikisini de ifade etmekte olan Hinshitsu KiNo TenKai kavramını Quality Function Revolution olarak çevirme kararı almıştır. Amerikada’ki ilk KFG seminerinde de Quality Function Deployment ifadesi ortaya çıkmıştır (Akao,1997:4).

Kavram Türkçe bilimsel literatürde farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bunlar (Yenginol, 2008:12):

- Kalite işlev Konumlandırılması
- Kalite işlev Konulandırma
- Kalite Fonksiyon Açınımı
- Kalite Fonksiyon Açılımı
- Kalite Fonksiyonları Açınımı
- Kalite Fonksiyonları Açılımı
- Kalite Fonksiyon Yayılımı
- Kalite Fonksiyonları Yayılımı
- Kalite Fonksiyon Göçerimidir.

"Göçermek" fiili bir kişiden bir diğerine aktarmak ya da bir yerden başka bir yere aktarmak anlamlarını taşımaktadır. Bununla beraber "göç" kökü ise esas anlamı itibarıyla taşınma, bir yerden bir diğer yere hareket etmek, göçebe ise bir yerde sabit kalmayan/olmayan demektir (Tuğlacı, 1971: 911'den aktaran, Yenginol, 2008:14). Kalite Fonksiyon Göçerimi de toplam kalite yönetimi düşüncesi içinde uygulanan bir yöntem olması ve amaçları düşünüldüğünde, sürekli iyileşme, sürekli müşteri istek ve ihtiyaçları doğrultusunda yenilenme hedeflerini içinde barındırmaktadır.

Dolayısıyla aslında; Japoncasında olduğu gibi, Her aşamada en önemli kriterlerin belirlenmesi ve bunları gerçekleştirmek için yapılması gerekenlerin bir sonraki aşamada bulunan; kişilere, parçalara, fonksiyonlara, planlara vb. atanması ya da göçerilmesi anlamını taşımaktadır. Bu nedenle terimin Türkçe literatüre "Kalite Fonksiyon Göçerimi" olarak yerleşmesi ve bu şekilde kullanılması önerilmiştir (Yenginol,2008:14).

1.4. Kalite Fonksiyon Göçerimi'nin Tarihçesi

Birçok kalite tekniğinde olduğu gibi, KFG de, Japonya'da doğmuştur,1966 yılında Akao tarafından Japonya'da geliştirilmiştir ve ilk önemli başarı sonuçları bu ülkede alınmıştır. Akao'nun çalışmaları ilk olarak 1972 yılında Mitsubishi'nin Kobe'deki Gemi Tersanelerinde uygulanmıştır (Schmidt,1997:295).

Bu konudaki ilk makale de 1972'de ayda bir yayınlanan Standardization and Quality Control adlı dergideki "Development and Quality Assurance of New Products: A System of Quality Deployment" başlıklı yazıdır (Akao, 1997: 17). 1978 yılında bu konudaki ilk kitap Japonya'da yayınlanmıştır. Daha sonra bu kitap 1994 yılında İngilizceye çevrilmiştir (Mizuno ve Akao,1994:5).

Yöntemi başarıyla uygulayan ilk şirketlerden biri Japon otomotiv şirketi Toyota olmuştur. Toyota, temel kalite teknikleri ve KFG uygulamaları ile ürün geliştirme maliyetlerinde %61 azalma sağlamış, ürün geliştirme süresini üçte bir oranında kısaltmış ve paslanmayla ilgili garanti problemlerini ortadan kaldırmıştır. Toyota'nın 1980'lerin başına değin KFG ile büyük oranda maliyet düşüşleri sağlaması ve ürün yenileme, piyasaya sürme

sürecini yüksek oranlarda aşağıya çekebilmesi Amerikan firmalarının da dikkatini bu yöntemin üzerine çekmiştir (Öter ve Tütüncü, 2001:97). KFG Amerika'da ilk kez 1984 yılında Xerox şirketinden Dr. Clausing tarafından uygulanmıştır (Besterfield, 1999:283).

Toyota'nın 1977 ve 1984 yılları arasında kalite fonksiyon göçerimini kullanarak hazırlık ve üretim maliyetlerini %60' düşürmesiyle,1980'lerde Motorola, Digital Equipment Corporation, Hewlett Packard, Xerox, Nasa, Kodak, Ford, General Motors gibi birçok firma KFG'nin faydalarından yararlanmışlardır (Kim vd, 2000:505).

Daha sonra rekabet avantajı elde edebilmek, süreçleri geliştirmek amacıyla, birçok japon firmasında başarıyla uygulanmıştır(Chen ve Weng, 2003:559).

Batı dünyası da, Toyota'daki başarılı KFG uygulamaları sonucunda, konuya ilgi duymaya başlamıştır (Madu,2006:3) KFG, 90larda batıda popüler hale gelmiştir.

Ürün geliştirmede KFG metodunu kullanan firmalar maliyetlerde %50 düşme, ürün geliştirme zamanında %33 azalma ve verimlilikte %200 artış sağlamışlardır (Guinta ve Praizler 1993:14'den Aktaran Yanmaz:2005).

Türkiye'de KFG, ile ilgili Doç.Dr. Fatih Yenginol yurtdışı kaynaklardan çeviriler yapmış, Kalite Fonksiyon Göçerimi üzerine uzmanlaşmış, bu alanda birçok yayın ve araştırmaya da imza atmış olup, Kalite Fonksiyon Göçerimi'nin tanınmasına önemli katkılarda bulunmuştur.

Türkiye'de yöntemin ilk olarak uygulanması 1994 yılına denk gelmektedir. Arçelik firması KFG uygulamasını bu tarihlerde bulaşık makineleri üzerinde yapmıştır (Kılıç ve Babat, 2011:95).

Bugün, KFG birçok ülkede farklı endüstri ve işletmeler tarafından başvuru bir kalite sistemidir. Hewlett-Packard, IBM, Kodak, Kawasaki Ağır Sanayi, Ford, GM gibi şirketler ise günümüzde KFG kullanan şirketlerden bazılarıdır. Kalite Fonksiyon Göçerimini yaymak ve hakkındaki bilgileri güncellemek için dünya çapında ulusal ve uluslararası birçok

sempozyum yapılmaktadır. Amerika, Japonya, İsviçre, Almanya, Türkiye, Avustralya ve Brezilya günümüzde sempozyumların düzenlendiği ülkelerdendir (Dicander, 2004: 50).

1.5. KFG'nin Önemi

KFG, ürün spesifikasyonlarının belirlenmesini ve üretim aşaması da dahil olmak üzere ileri ürün geliştirme aşamalarının tüketici tarafından yönlendirilip yürütülmesini sağlar. Her ne kadar ilk KFG uygulamaları, yeni ürün geliştirme alanında olmuşsa da, ayrıntılı tüketici beklentilerinin belirlenip üretim süreçleriyle ilişkilendirilmesinin gerekli olduğu her alanda KFG sürecinin katkısı olacaktır. Bunun yanında; pazar araştırması projelerinin tasarımı, tesis yer seçimi ve işletme planlaması gibi alanlarda da KFG'den yararlanmak mümkündür(QFD Institute,2005'den aktaran Arıcan ve Doğan 2008:109).

Süreç, müşterilere yüksek kaliteli ürünlerin teslim edilmesini sağlar. Bütün bunların ötesinde KFG müşteri ihtiyaçlarını belirleyerek bunları teknik karakteristiklere dönüştürür. Ayrıca teknik karakteristiklerin ne kadar başarılı tanımlandığını izlemek ve ölçmek için ortaya araçlar koyar, KFG metodolojisini kullanarak müşteri ihtiyaçları ile teknik karakteristikler arasında güçlü bir ilişki olup olmadığı da anlaşılabilir (Revelle vd, 1997:8).

Günümüzde pazar paylarını doğrudan etkileyen rekabetçi öncelikler; geliştirilmiş ürün performansı, kalite, dağıtım, tedarikçinin düzenli ve güvenilir olması ve tüm bunların rekabetçi bir fiyatla sağlanmasıdır. Sadece temel beklentileri karşılamak, rakibin rahatlıkla girebileceği açık bir kapı bırakmaktır. KFG, müşteri beklentilerini bütünlük içinde önceliklendiren, önceden tahmin etmeyi ve son kullanıcı için ürün veya hizmet sağlanmasında etkin işbirliğini kolaylaştıran güçlü bir tekniktir (Okul,2007:10).

1.6. KFG'nin Uygulama Amacı

Müşteri ihtiyaçlarını ve kaliteyi ön planda tutan organizasyonlar, rekabette geride kalmazlar ve pazarda varlıklarını sürdürebilirler. Firmalara bu amaçlarında yardımcı olacak çok sayıda yöntem ve araç vardır.

KFG, ürün dizaynında, yeni ürün geliştirmede, mevcut ürünü değiştirmede, kıyaslama(benchmarking)'de önemli bir yere sahip olan kalite yönetim araçlarından biridir (Ramanathan ve Yunfeng,2009:711).

Kalite fonksiyon Göçerimi müşterilerin istek ve beklentilerini iyi anlamak ve bunları ürünün ve hizmetin karakteristiklerine aktarma amacı ile kullanılan, işletmelere çeşitli faydalar sağlayan bir tekniktir(Çinpolat,2007,19).

Kalite fonksiyon göçeriminin amacı, düşük maliyetli ürünün kalitesini artırmakla birlikte, ürün geliştirme süresinin uzunluğunu kısaltmaktır (Kim vd,2000:504).

Firmaların Kalite fonksiyon Göçerimi'ni uygulama amacı; müşterileriyle ilgili olan istek ve bilgileri toplayarak firmanın kendi teknik yapısındaki iyileşme ve gelişme noktalarını belirlemektir. Müşterinin satın almak istediği üründe aradığı kaliteyi firmaların yaratabilir hale gelmesidir. Aynı zamanda firmalar sadece müşterilerin isteklerini karşılamak değil müşterileri isteklerinin üstüne çıkararak heyecan verici kaliteye ulaşmak da isterler. Bu şekilde pazardaki zor rekabet koşulları altında ezilmemek, pazar paylarını arttırarak en yüksek seviyeye çıkmak amaçlanır.

KFG'nin amacı genel anlamda müşteri memnuniyetini en büyükmektir. Çünkü karar vericiler müşteri memnuniyetini sağlayabildikleri ölçüde organizasyonlarını nihai amaçlarına taşıyacaklardır. Diğer bir deyişle karar verici tarafından verilen bir kararın başarısı, müşteri memnuniyetini ne ölçüde sağlayabildiğine bağlı olacaktır

Akao KFG' yi aşağıdaki amaçları karşılaması için ortaya koymuştur (Delice ve Güngör,2008:187):

- Müşteri ihtiyaçlarını firma teknik karakteristiklerine dönüştürmek
- Aynı ürün üzerinde çalışan farklı fonksiyonlara bir iletişim ortamı yaratarak yatay iletişimi arttırmak
- Üründe yapılacak ilerlemeleri önceliklendirmek
- Hedef yenilikleri belirlemek
- Rakipler ve rakip ürünlerle karşılaştırma olanağı sağlamak

- Hedef maliyet azaltma alanlarını belirlemek

KFG takımı için amaçlar şunlar olabilir: Müşteri istek ve ihtiyaçlarının anlaşılması, ürün ya da hizmet için kalite ve işletme hedeflerinin belirlenmesi, bütün karar ve varsayımların bir diyagramda toplanması (Kalite Evi), projeyi ileriye götürecek bir faaliyet listesinin oluşturulması, hızlı ürün planlama vb. problemlerin tanımlanmış olması ve dolayısıyla amaçların belirlenmesi, takıma bu amaçları en iyi şekilde desteklemek için yol göstermiş olur (Okul,2007:13).

KFG iki amaç ile ortaya çıkar (Revelle vd, 1997:3):

- Müşteri ihtiyaçlarını teknik karakteristiklere dönüştürme amacı,
- Dizayn aşamasında, ikame kalite özelliklerini üretim faaliyetlerine(veya sürecine) dahil etmek ve böylelikle gerekli kontrol noktalarını üretim başlamadan oluşturmak amacı.

Korayem ve Iravani(2008) çalışmasında 6R ve 3P robotlarının güvenilirliğini ve kalitesini artırmak için Kalite fonksiyon Göçerimi yaklaşımını uygulamıştır. Yapılan analiz sonucunda tekrar edebilirlik en önemli robot özelliği, linkler en önemli robot parçası ve kurulum en önemli üretim süreci olarak tespit edilmiştir. Müşterinin kalite beklentisini karşılayabilmek için bu önem düzeylerinin göz önünde bulundurulması gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

KFG; müşteriye tatmin etmek ve müşterinin taleplerini tasarım hedeflerine ve üretim sırasında kullanılacak başlıca kalite güvence noktalarına dönüştürmek amacıyla, tasarım kalitesini geliştirmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Kısaca KFG, müşteri ihtiyaçlarının ve beklentilerinin yani müşteri sesinin, tasarımdan başlayarak tüm işletme fonksiyonlarında eyleme dönüştürülmesidir. İşletme içindeki fonksiyonlar arasında sürekli bir iletişim ve etkileşim mevcuttur. Müşteri sesi doğrultusunda yapılacak çalışmalar da bir entegrasyon gerektirmektedir. Bu nedenle de iletişim ve takım çalışması KFG çalışmalarının başarılı sonuçlar ortaya koymasına için temel şartlardır.

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşteri ihtiyaçlarının karşılanarak, müşteri tatmini sağlamayı amaçlayan en etkin kalite sistem araçlarından birisidir. KFG, ürünlerin

planlanmasından, süreç tasarımı, üretim ve teslimata kadar olan tüm yeni ürün geliştirme sürecinde, müşteri ihtiyaçlarının teknik karakteristiklerle bütünleştirilmesini amaçlar (Liu ve Wu, 2008:528).

KFG'nin yaptığı iş; her aşamada en önemli müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi, yapılandırılması, öncelik değerlerinin tespit edilmesi ve bunlar için yapılması gerekenlerin bir sonraki aşamada bulunan; kişilere, parçalara ya da fonksiyonlara (pazarlama, üretim, mühendislik, Ar-Ge) yayılımıdır (Griffin ve Hauser, 1993:3). Bu sayede müşterinin sesi bütün firmaya göçerilmiş olmaktadır.

Japon asıllı KFG, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayacak olan kaliteli ürünleri üreterek, müşterileri tatmin etmeyi amaçlayan, genellikle, müşteri ihtiyaçları ve teknik kapasite arasındaki dengeyi iyi sağlayabilmek amacıyla imalat sektöründe kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım ile KFG ürün geliştirme sürecinin her aşamasında, ürün geliştirme ve dizayn takımına rehberlik yapar, ürünlerin müşteri talebi ile uyumlu olacağını garantisini verir. Böylece KFG kullanan bir yönetici, süreçteki karmaşık ve zor kararların verilmesinde kolaylıklar yaşamayı amaçlamaktadır (Indulska,2009:64).

Kim vd.(2000:505)'ne göre KFG'nin amacı, ürünün kalitesini artırırken ve maliyetleri düşürürken eş zamanlı olarak ürün geliştirme sürecini kısaltmaktır.

KFG'nde amaç yalnız müşteri beklentilerinin karşılanması değil, aynı zamanda bu beklentilerin üzerine çıkılmasıdır. Her bir KFG takımı tasarlanan ürünün mevcut üründen ve rakip firmaların ürünlerinden daha cazibeli ve çekici hale getirmek için çaba sarf eder. Bunun için müşterinin beklemediği ama karşılaşıncaya beğeneceği özellikler bulunur ve bunlar ürünün geliştirilmesi aşamasında kullanılır(Mirmahmutoğulları,2007:40).

Bir şirketin KFG kavramına yaklaşımı, bir matrisin oluşturulması ile şekillenmektedir. Matrisin amaç haline gelmesi, sıkça rastlanan bir sonuçtur. Şirketlerin bu tuzağa düşmekten kaçınması gerekir. Amaç, matrisler oluşturmak değil müşterilerle bütünleşmek ve bu müşteri bilgilerini müşterileri memnun eden ürünlerin geliştirilmesinde kullanmaktır (Ronald,1998:17).

1.7. KFG'nin Yararları

1.7.1. Müşteri Beklentilerinin Daha İyi Anlaşılması ve Müşteri Tatmininde Artış

Kalite Fonksiyon Göçerimi(KFG)'nin en önemli avantajı, ürün veya hizmette istenen özelliklerin önceliklendirilmesini ve bunların yerine getirilip getirilmediğinden emin olunmasını sağlamasıdır (Sofyalıoğlu, 2005: 8).

Kalite Fonksiyon Göçerimi “müşterinin sesi”ni firmanın içine en doğru şekilde taşır. Bu sayede ürün ya da hizmetin tasarımında müşterinin istek ve ihtiyaçlarına öncelik verilmiş olur. Müşterinin sesi tasarıma aktarıldıktan sonra, imalat, ürünün pazara sunumu ve servis ihtiyaçları da müşterinin istek ve ihtiyaçlarına uygun olarak gerçekleştirilir. Ürünün pazara sunumu da daha kısa sürede gerçekleşir ve müşteriler ihtiyaç duydukları ürünleri daha kısa sürede elde etmiş olurlar (<http://www.kageme.itu.edu.tr/icerik/5teknik/html>).

Ayrıca KFG, müşteri ihtiyaçlarının ve bu ihtiyaçları karşılayan ürün özelliklerinin doğru olarak belirlenmesini sağlar. Belirlenen bu özellikler aynı zamanda rakip kuruluşların ürün özellikleriyle de karşılaştırılır. Daha sonra elde edilen veriler önceliklendirilir. Bu sayede yönetim, en çok kazanç sağlanabilecek alanları veya ürünleri belirlemiş olur.

1.7.2. Ürün Kalitesi ve Güvenilirliğinde Artış

KFG karmaşık ve çok unsurlu işletme problemlerini çözmeye kullanılan ve farklı disiplinlerden insanların katılımıyla yürütülen bir süreç olduğundan sorunlara farklı perspektiflerden yaklaşımı da beraberinde getirir. Dolayısıyla bir problemin bir diğeriyle nasıl bir ilişki içinde olduğunu görmek, sorunun en önemli parçalarını belirlemek ve en kolay nasıl çözülebileceklerini belirtmek basit istatistiksel teknikler kullanılarak yapılabilmektedir. Bu sayede daha kaliteli ve güvenilir ürünler üretilebilmektedir (Guinta ve Praizler 1993:16).

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) , sabır, zaman, emek ve efor gerektirir. Bölümler arasında kolay bilgi akışı ve iletişim becerileri gerektirir. KFG'nin yararları hemen görülmez. KFG üst yönetim kademesinin tam desteğini gerektirir (Yanmaz,2005:8).

Ürün geliştirmede tüm anahtar fonksiyonlar KFG takımınca temsil edildiklerinden, ürün geliştirmenin ilk aşamalarında muhtemel olumsuzlukları önler ve geleneksel yaklaşımın bir problemi olan ürün üzerinde yeniden çalışmayı yok eder. KFG esaslı ürün geliştirme, alışılmış diğer yöntemlere kıyasla daha fazla müşteri tatmini, ürünün daha kısa zamanda pazara ulaşmasını sağlayarak ve gelişmiş ürün performansını ön plana çıkararak önemli rekabetçi avantajlar sağlar (Delice ve Güngör,2008:196).

1.7.3. Yeni Ürün Geliştirme Süresinin ve Pazara Sunuş Süresinin Kısalması

KFG, gerekli teknik karakteristiklerin açık şekilde belirlenmesini sağlayarak yeni ürünün pazara sunuş süresini kısaltır. Kaliteyi geliştirir ve müşteri memnuniyetini artırır. Dizayn değişikliklerinde azalma sağlar. Dizayn ve üretim maliyetlerini düşürür. Müşteri beklentilerini karşılayarak, hatta ötesine giderek rekabette ve yeni ürün geliştirmede yardımcı bir araçtır diyebiliriz (Vatthanakul vd, 2010:339).

KFG, ilk zamanlarda, baslangıç maliyetlerini düşürmek için kullanılıyordu. Bu amaçla yola çıkan kuruluşlar KFG uygulamalarıyla birlikte ürün geliştirme sürelerinde de düşüş kaydettiler. Örneğin ABD otomobil üreticilerinin 1980'lerin sonlarıyla 1990 başlarında, bir ürünün çiziminden piyasaya sürülmesine kadar harcadıkları süre 5 yıl iken, aynı işlemleri Honda firması 2,5 Toyota ise 3 yılda tamamlıyordu (Suliyev:2007:20).

KFG ürünlerin veya hizmetlerin geliştirilme süreçlerini kolaylaştırır ve pazara sunumlarını hızlandırır. KFG ile tasarım sonrası değişiklikler ve uygulamadaki hatalar azaltılmakta, bu sayede, bu nedenlerle kaybedilecek zaman kazanılmaktadır. Uygulanan takım çalışmaları ve yapılan planlamalar olası problemlerin önceden belirlenip, çözülmesinde önemli bir kolaylık sağlar.

1.7.4. Maliyetlerde Düşme ve Verimlikte Artış

KFG sayesinde toplanan müşteri sesleri firmaya sağlıklı bir şekilde taşınır. Böylelikle sonradan müşteri ihtiyaçlarına göre değişiklik yapmak yerine, daha tasarım aşamasındayken müşterilerin ihtiyaç ve istekleri göz önünde bulundurulmuş olur. Tasarım aşamasındayken

müşteri sesine öncelik verilmesi maliyetlerde düşüşü de beraberinde getirecektir. Maliyet düşüşleri ürünün fiyatına da yansiyacak, böylelikle müşteri ihtiyaç duyduğu özelliklere sahip ürüne pazarda daha düşük fiyatta erişebilecek, bu da müşterinin memnuniyetini artıracaktır.

KFG yöntemi sonrasında, Toyota’da maliyetlerde 4 kat azalma ve buna bağlı olarak karda dört kat artış görülmüştür (American Supplier Institute and GE Aircraft Engines, QFD Introduction, Cincinnati, ABD, 1994’den aktaran, Arı,2006:31).

1.7.5. Gelecekte Yapılacak Çalışmalara Veri Kaynağı Oluşturması

KFG sürecinde düzenli bir format oluşturmak için disiplinli bir düşünme ve tartışma süreci gereklidir. Prosedürün uygulanması görsel olarak anlaşılabilirliği kolaylaştırır. Bu yolla ulaşılabilen tüm gerekli bilgilerin devamlı ve düzenli olarak kayıt altında tutulması sağlanır. Süreç, gelecekte yapılması olası çalışmalara bir başlangıç noktası teşkil eder. Bu şekilde hiçbir bilgi kaybolmaz ve unutulmuş ya da kaybolan bilgileri tekrar toplamaya gereksinim duyulmaz; ayrıca herhangi bir yeni takım üyesi için de, ulaşılabilen bilgi tabanı oluşturur (Çinpolat,2007:24).

KFG’nin doğru uygulanması halinde birbiri ile çakışan tasarım özellikleri, üretim öncesinde belirlenir. Bu da daha az mühendislik değişimi demektir. Ayrıca KFG ileride sorun çıkarabilecek kritik öğeleri belirleyerek, bu öğelerin uygulama aşamasında daha dikkatli ele alınmalarını sağlar. KFG’nin diğer yararları Tablo 1’de sıralanmaktadır.

Tablo 1. KFG'nin Yararları

Müşterinin ve tedarikçinin sesine kulak vermeyi sağlaması
Bölümler arası ve süreçler arası iletişimin sağlanması
Ürün geliştirme için önceliklerin belirlenmesi
Ürün güvenilirliğinin artırılması
Maliyetlerin düşürülmesi ve hız artırma alanlarının belirlenmesi
Bilginin muhafaza edilmesi
Daha az başlangıç problemi
Garanti güvencesi talebinde azalma
Çapraz takım çalışmasında gelişme
Dökümantasyonda kolaylık
Sadık müşteriler elde etmek

(Akyüz ve Yayla, 2009:197; Kim vd. , 2000:504)

1.8. KFG ile İlgili Kavramlar

Kolaylaştırıcı: KFG takımını yönlendirmekle görevli, KFG uygulamaları ve seçenekleri hakkında bilgisi olan, spesifik olarak konuları bilmese de deneyim sahibi olan firma içinden seçilmiş ya da dışarıdan gelen yönlendirici kişidir.

KFG Takımı: KFG projesini yürütmek için; projeye ilgili olan bölümlerden ve en azından bir KFG semineri almış kişiler arasından seçilmiş firma çalışanlarından oluşan proje grubudur.

Müşterinin Sesi: her bir ihtiyacın, müşteri için belli bir öneminin olduğu; müşteri ihtiyaçlarının hiyerarşik bir setidir. KFG içinde “müşterinin sesi”; müşterilerin beklentileri, istekleri ve ihtiyaçlarıdır.

Kalite Evi: müşteri ihtiyaçları ile bu istekleri karşılamaya yönelik olarak belirlenen ürün karakteristiklerini karşılaştırmayı, aralarındaki korelasyonları ortaya koymayı sağlayan, KFG'nin temel yapısını oluşturan matrisler bütünüdür.

Gemba Analizi (gembaya gitmek); müşterinin sesini dinlemede kullanılan bir yöntemdir. Gemba; ürünün müşteri tarafından kullanıldığı asıl ortamdır. Dolayısıyla gemba analizi, müşteri ihtiyaçlarını anlamak amacıyla ürünün kullanıldığı yerde yapılan gözlemdir.

1.9. KFG Sürecinin Aşamaları

Bir organizasyonda Kalite Fonksiyon Göçerimi sistemi genelde dört aşamada kurulmaktadır. Bu aşamalar:

- Planlama
- “Müşterinin Sesi”nin Toplanması
- Kalite Evinin Oluşturulması
- Sonuçların Analizi ve Yorumlanmasıdır.

1.9.1. Planlama Aşaması

Bu aşama; örgütsel desteğin sağlanması, amaçların belirlenmesi, müşteri grubuna karar verilmesi, Kalite Fonksiyon Göçerimi sisteminin uygulanacağı zaman diliminin belirlenmesi, ürün / hizmet kavramına karar verilmesi, Kalite Fonksiyon Göçerimini uygulayacak ekibin kurulması, Kalite Fonksiyon Göçerimi sürecinin tasarlanması ve gerekli malzemelerin ve tesisin sağlanması konularını içerir.

1.9.1.1. Örgütsel Desteğin Sağlanması

KFG projesinde örgütsel desteğin sağlanması, başarının temel anahtarıdır. Örgütsel destek, yönetimin desteği, fonksiyonel destek ve KFG teknik desteğinden oluşur.

Yönetimin desteği; örgütün tepe yönetiminin KFG projesinin tamamlanması için gerekli olan para ve zamanın tahsisi, müşteri ihtiyaçlarının toplanması, KFG kolaylaştırıcısının belirlenmesi, takımın oluşturulması ve istenilen sonuç elde edilene kadar KFG projesini yürütmesi için gerekli şartların oluşturulmasını kapsar. KFG yaklaşımının başarıyla uygulanması için tepe ve orta düzey yönetimin desteğinin sağlanması temel oluşturur. Fonksiyonel destek, KFG sürecine katılacak ilgili grupların (satınalma, imalat, kalite güvence, satış, hizmet, eğitim, pazarlama, finans) ihtiyaç olduğu ölçüde KFG projesini desteklemelerini içerir. Teknik destek ise; KFG'nin uygulanabilmesi için, her takım üyesinin KFG prensiplerini biliyor ve en azından bir seminer almış olmaları gerektiği konusunu, KFG kolaylaştırıcısının takımı yönlendirebilmek için KFG'nin farklı uygulamaları, seçenekleri ve elemanlarını biliyor olması gerekliliğini ifade eder(<http://www.xing.com/net/kalite-sistemleri>).

KFG yaklaşımının başarıyla uygulanması için tepe ve orta düzey yönetimin desteğinin sağlanması temel oluşturur. Eğer takım bu destekte bir azalma hissederse projenin başarısı azalacaktır. Tepe yönetimin bu desteği sağlarken yapması gerekenler dokuz maddede özetlenebilir(Arı,2006:36):

- Başından sonuna kadar bütün KFG sürecini anlamak,
- KFG analizi gerektiren bütün projeleri belirlemek ve önceliklendirmek,

- Bu projeler için amaçları ve kaynak dağlımlarını belirlemek,
- Her KFG projesi için hedefleri, örgütsel amaçları, bakış açısını ve beklentileri belirlemek,
- Bir KFG proje yöneticisi atamak,
- Bir KFG kolaylaştırıcısı ve disiplinlerarası bir KFG takımı atamak
- KFG takımına yetki vermek,
- KFG takımını çalışması için desteklemek ve teşvik etmek,
- Takım çalışmalarını izleyip denetleyerek katılmak.

KFG' nin yürümesini ve başarısını etkileyen birçok kritik faktörün başında üst yönetimin projeyi desteklemesi gelmektedir. Küresel pazarda rekabetçi olabilmesi için örgütün üst yönetiminin bu yeni yaklaşımı desteklemesi gerekir. Üst yönetimin görevi şunları içermelidir: KFG' nin bir öncelik olduğunu açıklamak; KFG aktivitelerini önceliklendirmek; tasarımın müşteri ihtiyaçlarına dayalı olmasında ısrar etmek ve KFG' nin yöneticisi değil, lideri olmak(Çinpolat,2007:31).

1.9.1.2. Amaçların Belirlenmesi

Kolaylaştırıcı, projenin yürütülmeye başlanmasından önce, eldeki kaynakların en çok hangi amaçlar üzerine yoğunlaştırılacağına karar verir. İşletmenin öncelik vermek isteyebileceği amaçlar; müşteri istek ve ihtiyaçlarının anlaşılması, ürün ya da hizmet için kalite ve işletme hedeflerinin belirlenmesi, hızlı ürün planlama, projenin yarısından geriye dönerek projeye yeniden başlama riskinin minimize edilmesi gibi amaçlardır(Erenoğlu,2010:16).

1.9.1.3. Müşterilerin Belirlenmesi

Eğer müşterilerin açıkça tanımı yapılmazsa müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesinden başlayarak anlaşmazlıklar ortaya çıkar. Bunun birinci nedeni takım üyelerinin müşterileri tanımamaları, ikinci nedeni ise; her bir takım üyesinin farklı müşteri grubuna odaklanmasıdır (Eymen,2006:11).

Hedef müşteri grubunun belirlenmesi için öncelikle bütün olası müşterilerin bir listesi oluşturulur. Bu işi genellikle KFG planlamacıları veya pazar araştırmacıları yaparlar. Müşterilerin belirlenmesi bazen gerçekten karmaşık bir süreç olabilir ama örgütsel başarının sağlanması için önemlidir. Müşteriler genellikle nihai müşteriler, ara müşteriler ve iç müşteriler olmak üzere üç grupta toplanabilir.

Nihai müşteriler, ya da diğer bir deyimle son kullanıcılar, bir ürün ya da hizmeti kendi özel ihtiyaçları için kullanan kesimdir. Ara müşteriler genellikle ürünün dağıtımını yapan toptancı ve perakendecilerdir. İç müşteriler ise örgütün içinde yer alan ve bir şekilde hem ara müşterilerin hem de son kullanıcıların tedarikçisi durumunda olan kesimdir. Bu müşteri gruplarının tamamı eşit öneme sahiptir. Ancak bu müşteri gruplarına bir dördüncüsünü daha eklemek gereklidir ki, bunlar da kayıp ya da potansiyel müşterilerdir. Firma kendi müşterilerinin ihtiyaçlarını belirlerken, bu gruptakilerin niçin firmanın ürününü kullanmadıkları ya da niçin rakip ürünü tercih ettikleri konusunda sağlayacakları bilgiler, yeni ürünü tasarlarırken firmaya ışık tutacaktır.

Bu üç müşteri grubunun farklı isteklere sahip olacakları açıktır. Örneğin, yeni bir matkap tasarlanırken, hem iç müşterilerin (imalatçı grup), hem ara müşterilerin (dağıtıcılar), hem de dış müşterilerin (inşaat çalışanları) istekleri göz önüne alınmalıdır. İnşaat çalışanları matkabın performansı, dayanıklılığı, ağırlığı, rahatlığı ve ergonomikliği ile ilgili isteklere sahipken, dağıtıcıların bunların yanı sıra zamanında teslimat, uygun fiyat, stokta bulunabilirlik gibi istekleri mevcuttur. İç müşteriler olan imalat grupları ise matkabın belirli maliyet ve özelliklerde kolay üretilebilir ve montaj edilebilir olmasını istemektedirler (Seyhan,2005:45).

Hedef müşteri grubunun belirlenmesi için öncelikle bütün olası müşterilerin bir listesi oluşturulur. Ana müşteri grubunun tanımlanmasında üç ayrı yol kullanılabilir (Uğur,2007:155).

Herkesin kısa sürede anlaşması: Eğer karara katılan herkes, belirlenen müşteri grupları içindeki bir grubun ana müşteri grubu olduğuna çabukça karar verirse; ana müşteri grubunun belirlenmesi kısa sürede tamamlanmış olur.

Önceliklendirme matrisi yöntemi: Bu yöntemde, her müşteri grubu, kolayca ölçülebilen birkaç ölçüte göre ağırlıklandırılır. Bu ölçütler, genellikle kısa dönemdeki gelir potansiyeli, geçen kısa dönem içinde bu müşteri grubundan elde edilen gelir ya da bu müşteri grubunu tanıyan satış gücü gibi ölçütler olabilir. Her bir müşteri grubu ya da pazar bölümü için bu ağırlıklar belirlenir ve çarpılır. Çarpım sonucu en yüksek olarak belirlenen müşteri grupları, ana müşteri grubu olarak seçilir.

Analitik Hiyerarşi Prosesi: Ana müşteri grubuna karar vermek için kullanılabilen bir diğer yöntem Analitik Hiyerarşi Prosesi'dir.

KFG sürecinde müşterinin net bir biçimde belirlenmesi çok önemlidir. Müşteri bir ürünü kullanma veya satın alma kararını etkileyen kimse veya ürünün kullanımından etkilenen kimse olabilir. KFG sürecinde müşterinin doğru şekilde belirlenmemesi, sürecin bir sonraki adımında yanlış müşteri ihtiyaçlarının ortaya çıkmasına neden olacak, bu da sürecin yararlarını minimuma indirecektir (Seyhan,2005:44).

1.9.1.4. Zaman Ufkunun Belirlenmesi

KFG projesinin açıkça belirlenmiş bir zaman plânlamasının olması, plânlamanın daha gerçekçi olmasını sağlar. Bu sayede takım üyelerinin aynı hedefler üzerine odaklanmaları sağlanmış olur.

Eğer herhangi bir amaca, ulaşılması zor da olsa, eldeki tüm kaynaklar kullanılarak ulaşılması olası ise; belirlenen zaman ufku içine bu amaç da dahil edilir. Belirlenen zaman ufku çizelgesinin, KFG proje faaliyetleri sırasında tutarlı bir şekilde uygulanması gereklidir (Uğur, 2007:155).

1.9.1.5. Ürüne Karar Verilmesi

KFG' nin önemli prensiplerinden biri mamulün detaylı tasarımını olabildiğince ertelemektir. Böylece, takım üyeleri çalışma sırasında kısıtlardan kurtularak, amaca doğru yönelmiş olacaklardır. Fakat belli bir bakış açısının olması için mamul kavramının seçilmesi gerekir. Yani, yapılacak bir çalışmanın; örneğin, bir araba için mi, yoksa araba kapısı için mi olacağı belirlenmelidir.

Mamulün detaylı tasarımını ertelemede bir diğerk amaç müşteri ihtiyaçları belirlenirken, onların dile getirecekleri fikirlerini kısıtlamamaktır. Örneğın, müşteriye ceketle ilgili istekleri sorulurken, ceketin spor veya kruvaze olacağını, düğme sayısını, yaka biçimini, yırtmaçlı olup olmasını belirlemenin müşteriye bırakılmasında yarar vardır (Seyhan,2005:47).

KFG takımı, uzun süre salt amaçlara odaklanarak, bu amaçlara ulaşmada gerekli çözümleri üretmekle uğraşır ve ayrıntılı bir tasarımın getireceğı kısıtlardan kurtulmuş olur. Ancak yine de KFG projesinin belli bir bakış açısının olması gerekir. Yâni projeye nelerin dahil edileceğine ve edilmeyeceğine karar verilmelidir. Bu bakış açısı ile KFG takımı üyeleri, çözümlerini geliştirirken, uygun olmayan verileri gözardı edecekler ve buradan kazanılacak zamanı proje için uygun olan diğerk bütün alanlarda kullanacaklardır (Uğur,2007:154).

1.9.1.6. KFG Takımının Kurulması

KFG, bir takım prosesidir. Tipik bir KFG matrisinin büyüklüğü, gereken bilgilerin kapsamı ve sinerjik tartışmaya olan ihtiyaç, bunun bir “takım” prosesi olmasını zorunlu kılmaktadır (Ronald,1998:49).

KFG projesi yürütülürken atılması gereken ilk adım tüm takım üyelerinin projenin misyonunu ve kapsamını anlamasını sağlamaktır. Misyon ifadesinde özetlenen bu bilgi ilk takım toplantısının başında oluşturulur. İyi bir misyon ifadesi, takımın ne yapacağı, bunu neden yapacağı, üzerinde çalışılacak müşteri grubunun kim olduğu ve bu çalışmanın sonuçlarını kimin onaylayacağı ve uygulayacağı ile ilgili bilgileri içermelidir (Hales vd,1990'den aktaran Sofyalıoğlu,2005:31).

KFG Takımı, KFG Projesini yürütmek için; projeye ilgili olan bölümlerden ve en azından bir defa KFG semineri almış kişiler arasından seçilmiş firma çalışanlarından oluşan proje grubudur.

Takım toplantıları KFG çalışmalarının önemli bir parçasını oluşturur. Takım liderleri toplantıların verimli bir şekilde yapıldığından ve üyelerin doğru olarak bilgilendirildiğinden emin olmalıdırlar. Toplantının gündemi KFG projesinin doğru uygulanıp uygulanmadığı sorusunu içermeli ve güncel şartların değerlendirilebilmesini sağlayacak şekilde esnek olmalıdır. Toplantının süresi üyelerin nereden geldiklerine bağlı olarak değişim gösterebilir. Ulusal çaptaki bir toplantı günlerce sürerken, yerel bir toplantının süresi birkaç saat olabilir.

İki tip KFG takımı vardır; yeni ürün veya mevcut ürün geliştirme takımı. Takımlar pazarlama, tasarım, kalite, finans ve üretim bölümlerinin üyelerinden oluşur. Mevcut ürünü geliştirme takımları genellikle daha az sayıda üyeye sahiptir, çünkü KFG projesinin yalnızca uyarlanması söz konusudur.

KFG matrisini geliştirecek olan takım; bir ürün ya da hizmetin nasıl olacağıyla ilgili kararlar verecek demektir. Böyle kararları vermesi beklenen bir takım öncelikle iyi motive olmuş olmalı; bunun için de geliştirdikleri ürünü sahiplenmeli ve gereken bütün bilgilere de sahip olmalıdır. Bu nedenle takımı oluşturacak olan kişilerin daha planlama aşamasından itibaren takımda yer almaları gerekmektedir (Arı,2006:40).

KFG takımı, örgüt içinde birçok bölümde çalışan kişiler ile örgüt dışından, yönlendirici ya da uzman kişilerden oluşur. Bundan dolayı öncelikle bu kişilerin arasında ve yapılan işlerin arasında koordinasyon ve uyum çok önemlidir. Bu koordinasyonu ve uyumu sağlayacak, bu konuda yeterli deneyim, bilgi ve birikime sahip uzman KFG Takım yöneticisi olmalıdır.

KFG Takımının çalışmaları hazırlanan belirli plan çerçevesinde yürütülmeli ve Takım lideri tarafından bu planın ne oranda gerçekleştirildiği ve aksaklıkların neden, nereden ve kimden kaynaklandığı belirlenmelidir (Suliyev,2007:30).

KFG takımı, yöneticinin dizayn sürecini başından sonuna kadar anlamasını sağlar, hangi noktada, hangi seviyede hangi kaynaklara ihtiyaç duyulacağını gösterir, takım üyelerinin yeteneklerini, deneyimlerini ortaya çıkarır (Revelle,1997:11).

KFG pojesine başlarken, takım üyelerinin şu konularda görüş birliğine varmaları gereklidir (Govers, 1996:577):

- Hangi ürün ve ürün karakteristikleri üzerinde odaklanılacak,
- Kimleri müşterimiz olarak görüyoruz,
- Hangi rakip ürünler ürün geliştirmede referans olarak kullanılacak,
- KFG yaklaşımı ürün ve süreç planlaması ile nasıl uyumlaştırılacak.

Bazı durumlarda KFG projesi, sadece çok küçük grupları etkileyecek boyuttadır. Böyle durumlarda KFG takımı sadece danışmanlardan ya da kolaylaştırıcı ve birkaç yöneticiden oluşur ve herhangi bir takım kurma çalışmasına gerek yoktur.

Ancak çoğu zaman KFG çalışması bütün bir örgütün çalışmalarını etkileyecek boyutlarda olabilir ve kalite evini oluşturmada, büyük bir takımın çalışması gerekebilir. Pek çok araştırma, firmaların yeni ürün geliştirme performansını, sürece katılan fonksiyonları entegre ederek arttırabileceklerini öngörmektedir. Teknik, operasyonel ve ticari birimler işbirliği içinde çalışarak ihtiyaçları ve olanakları belirleyebilir ve bunları karşılamada ellerindeki kaynakları nasıl optimize edeceklerine karar verebilirler(Okul, 2007:14).

1.9.1.7. Uygulama Çizelgesinin Hazırlanması

KFG kolaylaştırıcısı sürecin bir parçası olacağı düşünülen diğer faaliyetleri de planın içine katarak bir uygulama çizelgesi hazırlamalıdır. Planlamada GANT seması veya PERT yöntemi de kullanılabilir. Projeye başlamadan önce proje süresinin her aşama için planlaması yapılmalıdır (Sattarov,2008:33).

1.9.1.8. Gerekli Malzeme ve Tesisin Sağlanması

KFG toplantılarının gerçekleştirilmesi için şirkette bir yer ayrılması gereklidir. Takım üyelerinin tartışılacak konulara daha iyi konsantre olmaları bakımından toplantıların normal çalışma yerlerinden farklı bir yerde gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Böylece, beklenmeyen telefon görüşmeleri, ziyaretçiler nedeniyle toplantıların bölünmesi engellenmiş olacaktır.

1.9.2. Müşteri Sesinin Toplanması

Müşteriler para ödedikleri için, aldıkları ürünlerin tatmin edici olmasını isterler. Kalite fonksiyon göçeriminin amacı, müşterilerin neye ihtiyaç duyduklarını ve neyi hayal ettiklerini anlamak ve şikâyetlerini öğrenmektir. Bütün bunlar “Müşteri Sesi” ni toplamak olarak adlandırılır(Özveri, 2005:119).

Müşteri sesinin anlaşılması KFG'nin ilk ve en önemli basamağını oluşturur. Müşteri sesi elde edilmeden KFG prosesine başlanamaz. Bu aşama müşterinin sesine kulak verilerek müşterinin ürün veya hizmet ile ilgili fikirlerinin öğrenilmesi ve bu bilgilerin, süreçlerin geliştirilmesi amacıyla kullanılmasıdır. Müşterinin sesini dinleme, organizasyona ürünlerini veya hizmetlerini geliştirme olanağı tanır.

Müşteri memnuniyetini artırmayı hedefleyen firma müşteri seslerini toplayarak, müşteri ihtiyaçlarını sistematik bir şekilde belirler. Müşterilerden elde edilen bu bilgiler üretim sürecine dahil edilmelidir ve teknik karakteristikler ile uyumlaştırılmalıdır (Terninko,1997:4).

Müşteriler ile ilgili bilgiler: anketler, odak gruplar, görüşmeler, satış temsilcilerinin dinlenmesi, fuarlar, garanti üzerindeki bilgiler, müşteri şikâyetleri, elektronik dergiler gibi çok sayıda kaynaktan gelmektedir (Kim vd, 2000:505). Müşteri odaklı ürünler üretebilmek için, müşteri seslerinin toplanması ve analiz edilmesi kalite fonksiyon göçerimi sürecinde büyük önem taşımaktadır(Kuo vd., 2009:7149).

1.9.2.1. Müşteri Sesini Toplama Yöntemleri

Günümüzde her firma müşterileriyle ilgili veri toplayabilir ancak önemli olan bu istekleri anlamak ve gruplandırarak analizini yapabilmektir. Bunun için de “müşteri sesi” ni dinleyebilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

KFG sürecinin temel girdisi ve başlangıç noktası olan müşteri beklentilerinin elde edilebilmesi için de “Müşteri Sesi”nin dinlenmesi gerekmektedir. Birçok şirket, müşteriler tarafından kabul görmeyen ürünleri piyasaya sürme başarısızlığını yaşamıştır. Bu sorunların ardında yatan asıl gerçek, müşterilerin gerçek istek ve beklentilerinin bilinmemesidir.

Sürekli başarılı olabilmek için şirketler, müşterilerin istek, beklenti ve gereksinimleri hakkında bilgi sahibi olmalıdırlar. Müşteri sesinin gerektiği gibi anlaşılması, piyasaya yeni çıkmış ürünlerin daha en başta önemli bir dezavantaja sahip olması anlamına gelmektedir. Bu dezavantajın önüne geçebilmek amacı ile günümüzde birçok pazar araştırma tekniği kullanılmaktadır.

Müşterinin sesini duymak, bir başka deyişle müşteri düşüncelerini dile getirmek için anket çalışmaları, odak gruplar, müşteri panelleri, deneme süreçleri, görüşmeler, müşteri ziyaretleri, fuar ve ticari gösteriler gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir. Müşterilerin daha iyi anlaşılması için KFG bu geleneksel yöntemlerin yanında “gemba”ya giderek ve “Kano modelini kullanarak, müşterilerin daha iyi tanınmasını sağlamaktadır. Tablo 2’de müşteri sesini toplama yöntemleri ve bu yöntemlerin zayıf ve üstün yanları görülmektedir.

1.9.2.1.1. Anketler

En yaygın ve en çok bilinen veri toplama yöntemidir. Önceden test edilerek, dikkatli bir şekilde, farklı soru tiplerini içerecek şekilde hazırlanan bir anketin görüşmeciler tarafından yüzyüze ya da e-mail yoluyla cevaplayıcıya uygulanarak müşteri ihtiyaçlarının ya da şikâyetlerinin toplanmasıdır.

KFG’nde ürünle ilgili ihtiyaçların ortaya çıkarılmasında, müşteri ihtiyaçlarının önem derecelerinin saptanmasında ve planlama matrisinde yapılacak olan rekabet analizi ile ilgili veri toplanmasında anketlerden faydalanılmaktadır. Özellikle e-mail yoluyla yapılan anketlerin geri dönüş oranı çok düşüktür. Bu nedenle genellikle anketlerin yüzyüze uygulanması tercih edilmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi KFG sürecinin temel girdilerinden birisi belirlenen müşteri ihtiyaçlarına ilişkin önem değerlendirmeleridir. Bu değerlendirmeler için çoğunlukla müşteri anketlerinden yararlanılır.

Tablo 2. Müşteri Sesini Toplama Yöntemleri

Bilgi Toplama Aracı	Amaç	Üstün Yanlar	Zayıf Yanlar
Odak Gruplar	Bir kolaylaştırıcı eşliğinde, davet üzerine toplanan müşterilerin ürünle ilgili açık uçlu sorulara yanıt vermeleridir	Müşteriler ile yakın temas ve mahremiyet sağlar ve araştırmalarda dile getirilmeyen konulardan söz edilmesini sağlar	Tüm bir müşteri tabanının temsili olanaksızdır.
Müşteri Panelleri	Belli küçük müşteri gruplarının düzenli toplantılar yaparak açık uçlu sorulara yanıt vermeleridir.	Düzenli toplantılar mahremiyeti artırır.	Önemli bir çaba gerektirir.
Yüz Yüze Görüşme	Farklı müşteri düşünceleri arasındaki küçük farkların(nüansların)yakalanması	Gruplarda müşteriler birbirlerinin yanıtlarını etkilerler. Bireysel görüşmelerde daha yaratıcı düşünceler ortaya çıkar	Grup görüşmelerinde müşteriler birbirlerine görüşlerini ifade etmede yardım ederler, bireysel görüşmede bu daha zordur.
Müşteri ziyaretleri ve ürünü kullanırken izleme	Müşterinin ürünü nasıl kullandığını, orijinal kullanım yerinde görmek	Ürünü kullanarak ürünün nasıl ilerletilebileceği anlaşılabilir	Ziyaretler planlama gerektirir. Gitmeden önce özellikle ne arandığı bilinerek gidilmelidir.
Müşteri Turları	Müşterileri fabrika, tesis ziyaretlerine davet etmek ve onlara daha iyi nasıl hizmet edilebileceğini araştırmak	Çok iyi düşünceler elde edilebilir	Müşteri bakış açısının tam olarak anlaşılmasını sağlamaz.
Ticari Gösteriler	Müşterilerin toplandığı yerde bir ortam yaratmak	Müşteri başına maliyeti daha düşüktür.	Konuşmak için çok az zaman vardır ve ortam yapaydır.
Ücretsiz Telefon Numaraları	Ürünle ya da yayınlara telefon numaralarının konulması	Veri toplamada etkilidir, tatmini artırır.	Pahalı bir yöntemdir.
Telefon ya da Posta ile Yapılan Araştırmalar	Çok sayıda kişiye aynı kapalı uçlu soruların sorulması	Müşterilerin ne düşündüğü konusunda bilimsel olarak geçerli bilgi sağlar.	Sorulan sorulardan farklı bilgi elde edilmesi güçtür.
Gizli Alışveriş	Profesyonellerin gelerek sorular sorması ve nasıl tepkiler verildiğinin raporlanması	Sağlanan hizmet konusunda güvenilir bilgi sağlar	Çalışanlarda kendilerine güvenilmediği duygusunu uyandırır.

(Uğur, 2007:163)

1.9.2.1.2. Odak Gruplar

Nitel araştırmaların doğrudan bir yöntemi olan odak grup, uzman bir kişinin başkanlığında, cevaplayıcıların problem ile ilgili, önceden hazırlanmış belirli bir konuyu tartıştığı resmi olmayan toplantılardır. Bu tür toplantıları düzenlemekten maksat, ürün ile ilgili bir problemi kullanıcılarla enine boyuna tartışarak önemli ipuçları yakalamaktır (Nakip,2005:57). Bu teknik müşterilerin hangi ürün özelliklerini daha değerli bulduklarını

açıklar, bunları önceliklendirir ve açıkca ortaya koyar. Odak grupları yönetmeden önce, ürünleri, müşteri segmentini ve iş sürecini iyi bir şekilde ortaya koymak gereklidir (Kitzinger,1994:113).

Odak Grupların tercih nedenlerini şu şekilde sıralayabiliriz (Showman,2011:4):

- Odak gruplar belirli bir ürün veya servis hakkında olduğu için kullanışlı ve işlenebilir sonuçlar ortaya çıkarırlar,
- Müşterinin bakış açısını yansıtırlar,
- Yüksek teknoloji gerektirmezler.

Odak Grup Görüşmesi için içine insanı katar. Odak Grup Görüşmesi genellikle 6-12 kişilik gruplardan oluşur. Gruplar oluşturulurken ne çok büyük ne de çok küçük olmamasına dikkat edilir. Herkesin fikirlerini belirtmesine fırsat bulması için çok büyük gruplar olmamalıdır. Aynı zamanda değişik fikirlerin ortaya çıkabilmesi için gruplar çok küçük de olmamalıdır.

Gruplar oluşturulurken katılımcıların homojen olmasına ve birbirlerini tanımalarına dikkat edilir. Genelleme yapılabilmesi için katılımcıların bazı özelliklerinin benzer olması gerekmektedir. Bazı özelliklerinin benzer olması faydalı olsa da birbirlerini tanımaları sakıncalı olmaktadır. Çünkü birbirini tanıyan katılımcılar önceki deneyimlerine dayalı olarak tepki gösterebilir ya da görüşme esnasında fikirlerini saklamak isteyebilirler.

Katılımcılar grup içinde genellikle daha rahat davranırlar. Yüzyüze görüşmenin aksine bilgiler daha kolaylıkla ortaya çıkar(Denzin ve Lincoln,2011:557).

Belirli bir konu ya da konu seti ile ilgili verilerin küçük informal bir gruptan toplandığı odak grup görüşmelerinde, araştırmacı grupta moderatör olarak bulunur ve çeşitli soruların sorulduğu tartışmayı yönetir, sırayla tüm grup üyelerine soru sormaktansa grup üyelerinin birbiri arasındaki iletişimini yönlendirir(Silverman, 2004:176).

Odak grup görüşmelerinde elde edilen bilgilerin genellenmesi gibi bir amaç söz konusu olmadığından, katılımcıların kendi değerlendirmeleri önemlidir. Amaç genellemelere ulaşmak değil, görüşleri ortaya çıkarmaktır.

Odak grup görüşmelerinin katılımcılar arasındaki etkileşimi artıracak bir özelliğe sahip olması, elde edilecek bilgileri daha da önemli hale getirmektedir. Çünkü birbirlerinden etkilenen katılımcılar farklı görüşlerin ortaya çıkmasını sağlayabilmektedir. Ancak bu noktada, baskın katılımcılara dikkat edilmesi gerekmektedir. Çünkü baskın katılımcılar, diğer katılımcıların görüşlerini etkileyebilmekte ve diğer katılımcılar kendi görüşlerinin dışına çıkabilmektedir. Bunu sağlayacak olan kişi ise odak grup görüşmesinin moderatörüdür(Çokluk, 2011:105).

Moderatörün en önemli görevi odak grup görüşmesinin sağlıklı bir şekilde yapılmasını sağlamaktır. Bundan dolayı moderatör olacak kişiler mutlaka odak grup görüşmesi konusunda bilgi sahibi olmalıdır.

1.9.2.1.3. Derinlemesine Görüşme Tekniği

Odak grup toplantıları gibi doğrudan bir nitel veri toplama yöntemidir. Odak grup toplantısından en önemli farkı, derinlemesine görüşmede görüşmecinin cevaplayıcılarla teke tek mülakat yapmasıdır. Bir görüşme bitmeden diğerine geçilmez (Nakip,2005:60).

Derinlemesine görüşme tekniği, bir kişinin düşüncesi ya da davranışları hakkında detaylı bilgi elde etmek istendiğinde uygun bir tekniktir. Ancak, görüşmenin ayarlanması, elde edilen bilgilerin kaydedilmesi ve sonuçların analiz edilmesi zaman almaktadır (Boyce ve Neale,2006:3).

Odak Grup tekniğinde, grup içi etkileşim mevcuttur ve bu etkileşim katılımcıların yeni/farklı fikirler ortaya koyabilmelerine katkıda bulunabilmektedir. Derinlemesine görüşme tekniğinde ise, grup içi iletişim yoktur ve görüşülen kişinin yeni/farklı fikirler ortaya koyabilmesine yönelik teşvik sadece görüşmeciden gelmektedir.

Odak grup görüşmelerinin derinlemesine görüşme tekniğine kıyasla çok sayıda avantajı vardır (Silverman,2004:178):

- Çok sayıda katılımcıdan veriler hızlı bir şekilde toplanır
- Odak gruplar daha doğaldır. Derinlemesine görüşmelere kıyasla günlük konuşmalara daha yakındır.
- Birebir görüşmeye kıyasla grup içinde insanlar daha rahat konuşurlar.

Tablo 3. Odak Grup Tekniği ile Derinlemesine Görüşme Tekniği Karşılaştırması

Teknikler	Ne için uygun?	Tekniğin Güçlü Yanları
Odak Grup Tekniği	Grup normlarını tanımlama, Grup normları ile ilgili fikirlerin ortaya çıkarılması, Bir toplumdaki çeşitliliğin keşfedilmesi.	Çok çeşitli normlarla ilgili bilgilerin ve fikirlerin kısa zamanda elde edilmesini sağlar, Grup dinamiği, iletişimi ve reaksiyonları canlandırır.
Derinlemesine Görüşme Tekniği	Bireysel deneyim, fikir ve duyguların ortaya çıkarılması	Cevaplardaki küçük ayrıntıları ve çelişkileri yakalayabilme kolaylığı sağlar.

(Qualitative Research Methods: Focus Groups, www.fhi.360.org)

1.9.2.1.4. Etnografya

Bir grubun davranışını doğrudan gözlemlemek ve bu gözleme dayanarak ilgili gruba ilişkin bir betimleme yapmaktır (Ateşoğlu,2011:406). Tüketici ihtiyaç, tutum ve davranış araştırmalarında hem psikolojik (duygular, değerler), hem davranışsal hem de bunları etkileyen çevresel faktörlerin belirlenmesi ve tüm bu faktörlerin etkisine beraber bakılmasına imkân sağlayan bir araştırma yöntemidir. Tüketicinin karar verme mekanizmasını etkileyen kültürel trendler ve tutumlar hakkında bilgi akışı sağlar.

Etnografya, sosyoloji, kültürel araştırmalar ve tüketici araştırmaları gibi alanlarda giderek popülerlik kazanan antropolojik bir araştırma yöntemidir. Bir dönem boyunca arada bulunan insanların bir kültür geliştireceği varsayımına dayanmaktadır. Grup kültürünü açıklama amacı bulunmaktadır (Dedeoğlu, 2002:85). Bir dönem boyunca bir arada bulunan insanların bir kültür geliştireceği varsayımına dayanmaktadır.

Etnografya için “kültüre ve günlük hayata odaklı bir araştırma yöntemi” denilebilir. Tüketicinin ne istediği değil ne isteyeceği hakkında da bilgiler veren bu yöntem antropolog ve psikologlarca gerçekleştirilmelidir (Denzin ve Lincoln, 2011:318).

Etnografyada psikologlar sürece arkadaşça bir iletişimle başlar, araştırmacının farklı kültürlerden gelen tüketicilerin kullandığı ifadelerin hangi dilde/kültürde ne anlama geldiğini önceden bilmesi önem taşımaktadır(Tesch,2002:81).

1.9.2.1.5. Kano Modeli

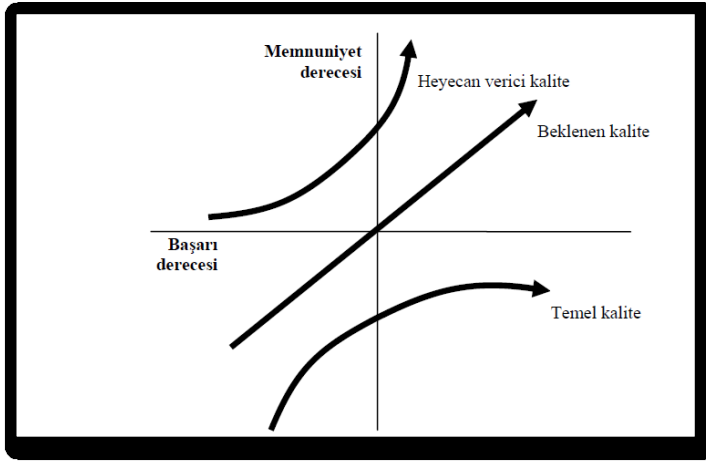
Kano modeli, işletmelerin müşteri beklentilerini karşılayabilme derecesi ile tüketici tatmini arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarır. Bu model bazı müşterileri ihtiyaçlarında küçük bir gelişme sağlandığında, müşteri memnuniyeti on derece artarken, bunun aksine diğer müşteri ihtiyaçlarında büyük bir gelişme olmasına rağmen müşteri memnuniyet derecesinin niçin küçük bir artış gösterdiğini açıklayan bir modeldir (Delice ve Güngör,2008:194).

Bir işletmenin başarılı olabilmesi için tüketici gereksinimlerinin belirlenmesi yeterli değildir. Bu gereksinimlerinin müşteri tatminini ne derece etkilediğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle işletmeler tüketici gereksinimlerini en doğru şekilde analiz etmelerini sağlayan Kano Modelinden faydalanmaya başlamışlardır.

Tokyo Üniversitesi’nden Prof. Dr. Noriaki Kano tarafından geliştirilen ve müşteri memnuniyetini artırmayı hedefleyen Kano Modeli, temelde müşterinin üründen beklediği özellikleri, temel özellikler, beklenen özellikler ve heyecan verici özellikler olmak üzere üç boyutta tanımlar.

Bazı araştırmacılar, Kano modelini Kalite evinin müşteri ihtiyaçları kısmında kullanırken, bazıları da teknik karakteristikler kısmında kullanılması gerekliliğinden bahsetmişlerdir. Kalite evinde Kano Modeli’nin entegre edilmesi gereken ilk bölüm Kalite evinde rekabet değerlendirmesinin yapıldığı planlama matrisidir(Zultner ve Mazur,2006:113).

Kano modelinin grafiksel gösterimi Şekil 1.'de görülmektedir. Grafiğin yatay eksenini ürün veya hizmetin müşteri beklentilerini karşılamada ne kadar başarılı olduğunu göstermektedir. Kısaca başarı derecesi, işletmenin tüketici gereksinimlerini karşılayabilme derecesidir. Dikey eksen ise ürün veya hizmetle ilgili müşteri tatmin derecesini göstermektedir.



Şekil 1. Kano Modeli

(Sauerwein vd, 1996:2)

Müşteri memnuniyeti ile işletmenin başarı derecesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan modele göre temel kalite, beklenen kalite ve heyecan verici kalite olmak üzere üç türlü müşteri ihtiyacı vardır.

Temel kalite: Müşteriler tarafından zaten ürün üzerinde bulunması gereken ve bulunduğu varsayılan özelliklerdir. Ürünün veya hizmetin bileşenleridir. Bunların var olması düşük seviyede de olsa tatmine katkıda bulunur. Bulunmaması ise tatminsizliğe neden olur. Ürünün temel bir işlevsel gereksinimi yerine getirmemesi üründe sabit bir sorunun olduğunu gösterir.

Müşteriler temel gereksinimlerden nadiren söz ederler. Yeni alınan bir otomobilin çalışır olması ya da çizik olmaması, süper marketten alınan bir ürünün bozuk olmaması müşterilerce bir garanti olarak görülür. Doktora gittiğinde doktorun kendisiyle ilgilenmesini bekler. Bunlar ürünün ya da hizmetin işlevidir ve bir arıza olmadığı takdirde müşteriler

normalde bu temel kalite konularından bahsetmezler. Bu temel unsurlar çoğu zaman müşteriler tarafından kalite olarak bile algılanmazlar (Özkan vd.2002:18).

Beklenen kalite: Bir müşteriye o üründen ne beklediği sorulduğunda alınan cevaptır. Müşterinin üründen beklediği temel performanstır. Bu gerekler yerine getirildiğinde müşteri memnuniyetine, yerine getirilmediklerinde ise müşteride tatminsizliğe yol açar.

Müşteri memnuniyeti başarı derecesi ile birlikte doğru orantılı artmaktadır. Yani müşterinin isteklerinin yerine getirilme derecesi artıkça memnuniyet düzeyi artmaktadır. Örneğin, bir arabadaki benzin göstergesinin iyi çalışması müşteri tarafından beklenen bir özelliktir (Delice ve Güngör,2008:195).

Heyecan verici kalite: Müşteriler bu gereksinimlerinden nadiren direkt olarak söz ederler. Müşterinin beklentisinin ötesine geçen şeylerdir. Müşteri bu özelliklere karşı bir beklenti içinde değildir. Bu gereksinimlerin yerine getirilmesi müşteriyi memnun etmektedir, karşılanmadığı takdirde ise bir tatminsizlik yaratmamaktadır (Sauerwein vd,1996:315). Bu heyecan verici özellikleri taşıyan ürün müşteride beklenenin üstünde tatmin yaratmakla birlikte rakip firmaların ürünlerinden farklı olmayı sağlayacaktır.

Müşteri memnuniyeti ile ürünün başarı durumu arasındaki ilişki artan parabolik bir davranış gösterir. Ürünün başarısı belli bir değere kadar artmaktayken müşteri memnuniyeti daha fazla bir ivmeyle artmaktadır. Ürün müşteri memnuniyetini tatmin etme açısından beklenenin ötesinde bir performans göstermiştir.

Kano Modelinin Sağladığı avantajların bazılarını şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Ürün geliştirmede önceliklerin belirlenmesini sağlar: Beklentileri karşılayabilen, tatmin sağlayan ürün özelliklerine yatırım yapmaktansa; ürünün kalitesine ve heyecan verici özelliklere yatırım yapmayı sağlar(Sauerwein vd,1996:316)
- Ürünle ilgili müşteri ihtiyaçlarının daha iyi anlaşılmasını sağlar, müşteri tatmini üzerinde daha fazla etkiye sahip olan ürün karakteristiklerinin tanımlanmasına yardımcı olur(Lieberman,2008:2).

- Kano modeli ile belirlenen müşteri memnuniyet seviyeleri KFG ile kolaylıkla bütünleştirilebilir.
- Heyecan verici özelliklerin ortaya konması ürün farklılaştırmasında yardımcı olur ve rekabet avantajı sağlar.

Klasik KFG' de müşteri ihtiyaçları yerine getirilirse müşterinin tatmin olacağı, eğer bu istekler yerine getirilmezse tatminsizlik olacağı gibi basit bir mantık söz konusudur. Oysa Kano modeli ile müşteri ihtiyaçları derecelendirilir ve tatmin boyutları belirlenir(Delice ve Güngör,2008:194).

1.9.2.1.6. Gemba Analizi

Bir ürünün müşteri tarafından kullanıldığı asıl ortama gemba denir. Gemba Analizi, müşterinin sesini dinlemede kullanılan bir yöntemdir. Gemba Analizi, müşteri ihtiyaçlarını anlamak amacıyla ürünün kullanıldığı yerde yapılan gözlemlerdir. Bu yöntem sayesinde müşterilerin kendilerinin de bilmedikleri ihtiyaçlar, ürünün kullanımı gözlenerek ortaya çıkartılmaya çalışılır. Aynı zamanda müşterilerde tatminsizlik yaratan gizli etmenler de ortaya çıkartılmış olur.

Tablo 4 Gembanın Planlanması

Hangi	Kim?	Ne Zaman?	Nerede?	Ne	Nasıl
Hangi müşteriler ziyaret edilecek?	Ziyarete kim gidecek?	Müşteri ürünü ne zaman kullanıyor?	Müşteri ürünü nerede kullanıyor?	Hangi bilgiler gerekli?	Veri nasıl elde edilecek?
Müşterilerle hangi çalışanlar görüşecek?				Müşterilerin karşılaştığı sorunlar neler?	Veri nasıl analiz edilecek?

(Uğur,2007:162)

Gemba analizinin başlıca yararları şunlardır (Ronney vd,2000:12):

- Müşteriler her şeyi söylemedikleri için, gemba ile söylenmeyen müşteri ihtiyaçları elde edilebilir.
- Üretilen ürün ya da sunulan hizmet sadece kendi başına bir değer değildir. Ürün ya da hizmet müşterilerin tatmin edilmesine yarayan bir araçtır.
- Ürün geliştirme sürecini optimize eder.
- Deneyimsizlik ve kesin bilginin eksikliği gibi nedenlerden ötürü, müşteriler ne istediklerini açık ve kesin olarak tanımlayamazlar. Bunun da ötesinde, ifadeler subjektif, nitel ve belirsizdir. Daha teknik, subjektif ve anlaşılması kolay olduğu için, bazen uzmanların fikirleri tercih edilir.
- Gemba ürünün kullanıldığı gerçek ortamdır. Bu yöntem ile müşterilerin farkında olmadığı ihtiyaçlar, ürünün kullanımı gözlenerek ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Kano modeli ise; müşteri ihtiyaçlarını kategorize etmek için kullanılan bir modeldir.
- Gemba ürün/hizmet ile müşterinin bulunduğu yerde ürünün/hizmetin gerçek değerinin anlaşılmasını sağlar.

1.9.3. Kalite Evinin Oluşturulması

1.9.3.1. Kalite Evi Hakkında Genel Bilgi

Kalite evi, tanımlanmış müşteri ihtiyaçlarının “Neler” ve buna karşılık gelen mühendislik spesifikasyonlarının “Nasıllar” olarak isimlendirilerek ilişkilendirildiği, matris tarzında bir şemadır

Kalite evi müşteriler için önemli olan konularda hedeflerin oluşturulmasına ve teknik olarak bunların nasıl başarılacağına belirlenmesine yardımcı olur. Mühendisler için gerekli olan temel verileri kullanılabilir formda özetlemeyi sağlarken, pazarlamacılar için müşterinin sesini temsil eder ve yeni fırsatların görünür olmasını sağlar(Bouchereau ve Rowlands, 2000:10).

P-1 Matrisi olarak da adlandırılan kalite evi, ürünlerin, müşteri ihtiyaçlarını ve

zevklerini tatmin edecek şekilde dizayn edilmesi görüşünden yola çıkarak ortaya atılmıştır. Böylelikle, dizayn aşamasında görevli mühendisler, üretimde çalışanlar ve müşteriler sürekli yakın ilişkiler içerisinde çalışmak zorundadırlar (Xie vd, 2003:9).

Bir KFG matrisinin en önemli unsurları müşteri ihtiyaçları, teknik karakteristikler, ilişkiler, rekabete yönelik değerlendirmeler hedefler ve korelasyon matrisidir. Bununla birlikte istenildiği takdirde matris üzerinde düzenleyici gereksinimler, yönetimin düşünceleri, organizasyon güçlüğü değerlendirmeleri, sütun ağırlıkları ve saha deneyim verileri gibi bilgilere de yer verilebilir.

Müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki ilişkiyi gösteren kalite evinde bu ilişki bazen karmaşık bir hal alabilir. Çünkü bir müşteri ihtiyacı, birden fazla teknik karakteristiği etkileyebilir ya da tam tersi bir durum söz konusu olabilir ve dolayısıyla ilişki matrisinin doldurulması dikkat gerektiren ve zaman alıcı bir süreç haline gelebilir. Bu nedenle, bu matrisin ürün geliştirme/iyileştirme sürecinin en başında yapılması süreci kısaltacak ve ileride yapılacak değişikliklerin sayısını da azaltacaktır (Xie vd, 2003:14).

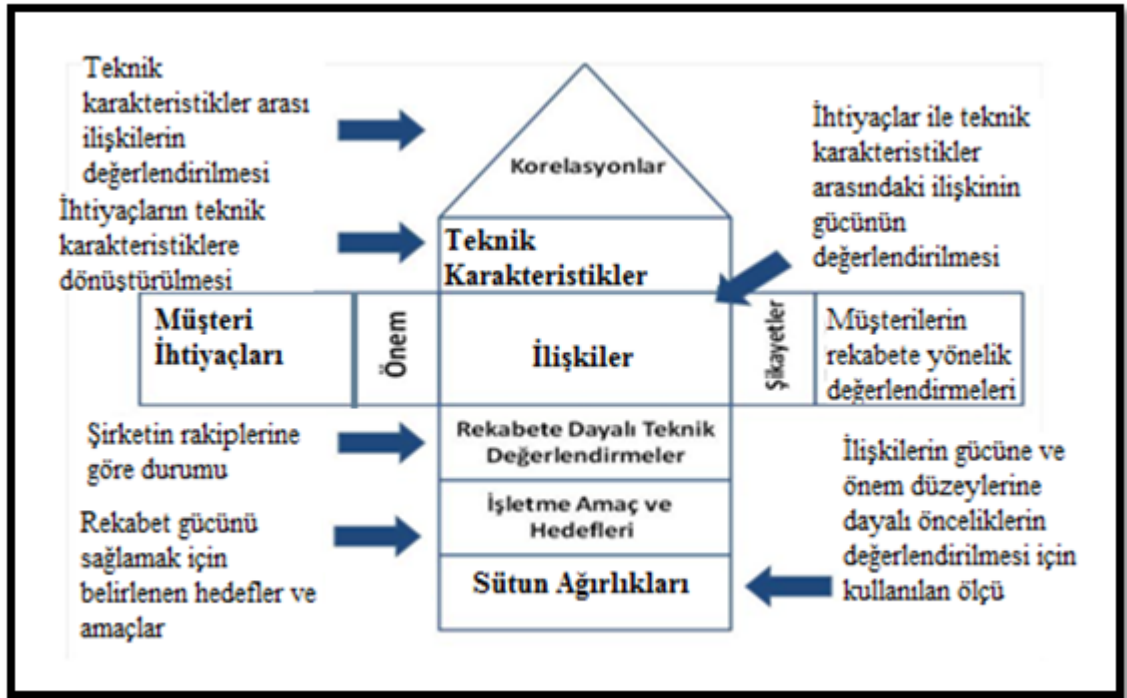
Kalite Evi, KFG'nın 4 aşamasından ilk aşamasıdır. Kalite Evini oluşturmanın amacı, müşteri istek ve beklentilerini ortaya koymak ve müşteri tatmini için öncelikleri belirlemektir.

Kalite Evi Şekil 2'de görüldüğü gibi birkaç alana ayrılmıştır. Kalite evi aşamasındaki en önemli noktalardan biri, KFG sisteminin uygulanacağı ürünün seçimidir. Doğru ürünün seçilmesiyle, firma gereksiz zaman kayıplarını engelleyerek amaçlarına tam olarak odaklanabilecektir.

KFG'nın ilk evi olan Kalite Evi (House of Quality), KFG'nin merkezi halindedir. Kalite Evinin üzerine odaklanılmasının temelde 2 nedeni vardır; Birincisi, KFG'nin diğer bölümleri içinde görebileceğimiz pek çok özelliği Kalite Evi kapsamaktadır. Dolayısıyla, Kalite Evini anlamak diğer bölümleri de anlamayı kolaylaştırır. İkincisi, KFG ilk olarak Kalite Evinin oluşturulması ile başlar.

Herhangi bir KFG projesinin başlangıç noktası, ölçülemeyen müşteri beklentisini belirlemektir. Hem stratejik hem de faaliyet kararlarını belirlemek için “müşterinin sesi” olarak bilinen müşteri girdisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu beklentiler daha sonra teknik karakteristiklere dönüştürülür (Griffin ve Hauser, 1993:6).

KFG analizinde yer alan çeşitli matrisler, özellikle kalite evi matrisi çok çeşitli kaynaklardan yararlanılarak oluşturulur. Bilgi elde etmek; pazar kaynakları(iç ve dış), hizmet eden personel, bazı durumlarda perakendeciler ve en önemlisi farklı özelliklere sahip olan müşteriler gibi çok sayıda kaynağa ulaşmayı gerektirir (Revelle, vd, 1997:18).



Şekil 2. Kalite Evinin Genel Yapısı

1.9.3.2. Müşteri İstekleri Kısmının Oluşturulması

Müşteri ihtiyaçları kısmının oluşturulması, daha önce anlatılan “müşterinin sesi”nin toplanması kısmında toplanan ve sınıflandırılan müşteri isteklerinin kalite evinin bir bölümü olarak yazılmasından ibarettir. Müşteri ihtiyaçları belirlendikten ve sınıflandırıldıktan sonra

kalite evinin “NE”ler kısmına yazılırlar. Müşteri ihtiyaçlarına “NE”ler denmesinin sebebi; bunların, Kalite Fonksiyon Göçerimi Sürecinde “ne” gerçekleştirileceğini göstermeleridir.

1.9.3.2.1. Müşteri İhtiyaçlarının Belirlenmesi

Kalite evinin oluşturulmasında ilk adım müşteri beklentilerinin neler olduğunu belirlemektir. Müşterinin ihtiyaçları ve üründe bulunmasını beklediği özellikleri ortaya çıkararak bir liste oluşturulur. Müşterinin sesi toplanırken önce müşteriler sınıflandırılır, ürünle ilgili çalışmanın hangi müşteri grubuna yönelik olacağına karar verilir. Belirlenen müşterinin istekleri, ihtiyaçları, beklentileri (NE’ler) müşterinin kendi ifadeleriyle saptanır. Burada geliştirilecek ürünle müşterinin hangi beklentilerinin tatmin edilebileceği anlaşılır ve son olarak müşterilerden elde edilen bilgiler kalite evinin sol tarafına (NE’ler) yerleştirilir (Öter ve Tütüncü, 2001:101).

Müşteri istekleri kısmı kalite evinin temelini oluşturmaktadır. Bu yüzden müşteri istekleri kısmı oluşturulurken gerçekçi bir değerlendirme yapılmalıdır. Böylelikle, müşterinin en çok değer verdiği ürün özellikleri belirlenerek KFY ile tasarımdan imalata kadar yayılabilir

1.9.3.2.2. Müşteri İhtiyaçlarının Gruplandırılması

Müşteri ihtiyaçları belirlendikten sonra bu ihtiyaçların anlamlı gruplar içerisinde sınıflandırılması gerekir. Bu amaçla iki yardımcı araç kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi Etkileşim Diyagramıdır. Müşteri şikâyetleri, görüşmeler, odak gruplar v.b. çeşitli kaynaklardan gelen müşteri ihtiyaçlarının anlamlı kategorilere ayrılmasında Etkileşim Diyagramı çok yararlı bir araçtır. Etkileşim diyagramının oluşturulması için önce Müşteri Sesi Çizelgesindeki müşteri ihtiyaçları ayrı ayrı kartlara yazılır. Bu kartlar masaya rastgele konulur. Sonra takım üyeleri bu kartları teker-teker inceleyerek anlamlı şekilde gruplandırmaya çalışırlar.

KFG matrisi oluşturulurken, aynı nitelikteki isteklerin birleştirilmesi ve/veya gruplandırılması faydalıdır. Böylece tek bir konu üzerinde odaklanma sağlanmış olur. İsteklerin incelenip teknik karakteristik haline dönüştürülmesi daha kolaylaşır. Gruplandırma

ile birçok kaynaktan elde edilen bilgilerin benzer özelliklerine göre organizasyonu sağlanır. Böylece farklı kaynaklardan gelen farklı bilgilerin değerlendirilmesi de kolaylaşır (Arıcan,2006:136).

1.9.3.2.3. Müşteri İhtiyaçlarının Önceliklendirilmesi

Müşteriler ihtiyaçlarının yerine getirilmesini isterler, fakat bazı ihtiyaçlar diğerlerinden daha fazla önemlidir. İhtiyaçların önceliklendirilmesi KFG takımına, bir ihtiyacın tatmininin maliyeti ile müşteriye sağladığı fayda arasında denge kurmasında yardımcı olur. Söz gelimi iki ihtiyacın giderilme maliyetleri aynı ise, müşteri için daha fazla önem taşıyan ihtiyaç daha yüksek öncelik almaktadır.

Müşterilerin düşünceleri bir KFG projesinin başlatılabilmesi için gerekli olan en temel girdidir. Matrisin yatay kısmını oluşturur. Önem sıralaması, müşterilerin düşüncelerine atfettiği nisbi önemin ölçüsünü göstermektedir.

Müşterilerin rekabete yönelik değerlendirmeleri, müşterilerin söz konusu firmanın ve rakiplerin ürünlerini numaralandırılmış bir ölçek üzerinde hangi sıralamada gördüğünü gösterir. Şikâyetler ise, ilgili ürün konusundaki memnuniyetsizliğin bir göstergesidir. Önem sıralaması bölümündeki bilgiler, müşteri düşüncelerinin öncelikli olarak ele alınması gerektiğinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Taş, 2006:12).

Müşteri ihtiyaçları belirlenip sınıflandırdıktan sonra, onların önceliklendirilmesi gerekir. Müşteri ihtiyaçlarının hepsi belli bir öneme sahiptir ve mutlaka karşılanması gerekir. Fakat, müşteri ihtiyaçlarının önceliklendirilmesinde amaç, en önemli müşteri ihtiyaçlarına odaklanmak ve böylece şirket kaynaklarını bu ihtiyaçları karşılamak için kullanmak suretiyle en iyi kaynak dağılımını yapmaktır (Chan vd., 1999; 2501).

Önceliklendirmede kullanılacak çeşitli yöntemler ve değerlendirme ölçekleri geliştirilmiştir, Her bir değerlendirme ölçeğinde yanıtlayıcının seçebileceği birkaç kategori vardır. Bu kategoriler sayılar, yüzdeler, intervallar ve tanımlamalarla ifade edilebilir.

Tanımlamalar çok önemli-önemsiz, gerekli-gereksiz, yüksek- düşük, vb. şekillerde olabilir. Bu tanımlamalar (1-3), (1-5), (1-7) ve (1-9) ölçeğinde sayılara dönüştürülür.

1.9.3.3. Planlama Matrisinin Oluşturulması ve Analizi

Kalite Evi'nde müşteri rekabet değerlendirilmesinin yer aldığı kısım, planlama matrisi olarak adlandırılır. Planlama matrisinde, söz konusu firmanın ve rakip firmaların mamulü ile ilgili sütunlar, müşterilerden elde edilen bilgiler göz önünde bulundurularak doldurulur. Hedef ve satış noktası puanları ise KFG takımı tarafından belirlenir(Seyhan, 2005:70).

Plânlama matrisi, pazar araştırmalarında gözlemlenen müşteri algılamalarını gösterir. Bu matriste müşteri ihtiyaçlarının kıyaslamalı önemleri ile firma ve rakiplerin bu gereksinimleri karşılamadaki performansları gösterilmektedir.

Müşteriler bakımından her müşteri isteğinin önem ve hoşnutluk derecesi genel olarak pazar araştırmalarından elde edilir. Plânlama matrisindeki bu müşteri ihtiyaçları ile kesişen sütunlara sırasıyla isteklerin taşıdığı önem derecesi, firmanın şu anda her bir müşteri isteği için ne durumda olduğu, piyasada rakip durumda olan bir veya birden fazla firmanın ne durumda olduğu ve firmanın aslında ulaşmak istediği noktalar ile ilgili bilgiler kaydedilir.

İyileştirme oranı, müşteri beklentilerinde eski modele göre yeni modelde ne kadar bir iyileştirme olacağını belirlemek için tarif edilebilir. Gerekli hesaplamalar için aşağıda yer alan formüller kullanılır.

$$\text{İyileştirme oranı} = \frac{\text{Planlanan kalite düzeyi}}{\text{Mevcut memnuniyet düzeyi}}$$

$$\text{Mutlak ağırlık} = (\text{Önem derecesi}) * (\text{İyileştirme oranı}) * (\text{Satış Noktası Puanı})$$

1.9.3.4. Teknik Karakteristiklerin Belirlenmesi

Müşteri ihtiyaçları belirlenip önem dereceleri hesaplandıktan sonra sıra bu ihtiyaçları

karşılacak teknik karakteristiklerin belirlenmesine gelir. Bu teknik karakteristiklere kalite karakteristikleri de denmektedir. Bir başka deyişle "Ne"lerin "Nasıl" karşılanacağını belirten karakteristiklerdir. Teknik karakteristikler Kalite Evi'nin üst kısmında, sütunlarda yer alır. Her bir müşteri isteğini karşılayacak en az bir teknik karakteristiğin belirlenmesi gerekir.

Matrisin düşey bölümünü teknik bilgiler oluşturmaktadır. İlk adım, şirketin her bir düşünceye nasıl yanıt vereceğinin saptanmasıdır. Teknik karakteristikler, şirketin müşterilerin talep ve gereksinimlerine nasıl yanıt vereceğini temsil ederler (Taş,2006:13).

1.9.3.5. Müşteri İhtiyaçları ile Teknik Karakteristikler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Bu aşamaya kadar müşteri ihtiyaçları ve bu istekleri karşılayacak teknik karakteristikler elde edilmiştir. Bu aşamada her bir müşteri ihtiyacı ile her bir teknik karakteristik arasındaki ilişki derecesi belirlenir. Yapılan işleme teknik karakteristiklerin müşteri ihtiyaçlarına ne kadar katkıda bulunabileceğinin sayısallaştırılması denilebilir.

Kalite evinde ilişki diyagram matrisini oluşturmaktaki amaç her bir müşteri ihtiyacını karşılayacak olan önemli teknik karakteristiklerin belirlenmesi ve bir sonraki aşamada yüksek öneme sahip müşteri ihtiyaçlarını üretime taşımak için kuvvetli ilişkiye sahip teknik karakteristiklerden yararlanmaktır (Maddux, vd, 1991:34).

Tablo 5’de görüldüğü gibi ilişki derecesinin gösteriminde semboller kullanılabileceği gibi puanlama yöntemi ile de ilişki derecesi ifade edilebilir.

Tablo 5. Müşteri İhtiyaçları ve Teknik Karakteristikler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Semboller

İlişki derecesi	Amerikan Sistemi Puanlama	Japon Sistemi Puanlama	Sembol
Güçlü ilişki	9	5	●
Orta ilişki	3	3	○
Zayıf ilişki	1	1	△

(Ay ve Savaş, 2005:86)

Teknik karakteristikler ile müşteri ihtiyaçları arasındaki ilişkiyi belirlemenin amacı; her bir teknik karakteristiğin, müşteri ihtiyaçlarını karşılamadaki etkisini belirlemektir.

Böylece teknik karakteristiklerden öncelikli olarak iyileştirilmesi gerekenler belirlenebilecektir. Bunu belirlemenin yolu da her teknik karakteristiğe ilişkin teknik önem derecesi puanlarının hesaplanmasıdır. Teknik önem derecesi, her teknik karakteristik için, plânlama matrisinde hesaplanan Mutlak Önem değerleri ile ilişki puanları çarpımlarının toplamı bulunarak hesaplanır.

$$\text{Teknik Önem Derecesi} = \Sigma (\text{Mutlak Önem Değeri}) * (\text{İlişki Puanı})$$

$$\text{Nisbi Önem Derecesi} = \text{Teknik Önem Derecesi} / \Sigma \text{Teknik Önem Derecesi}$$

İlişki tespitleri tamamlandığında, ekip matrisin ilişki kısmını gözden geçirmek için birkaç dakikasını ayırmalı, her bir satır ve sütun incelenmelidir.

Hiçbir ilişki sembolü bulunmayan ya da sadece zayıf sembol(veya sembolleri) bulunan hiçbir satır veya sütun olmamalıdır. Sembollerin mevcut olmaması veya yalnızca zayıf sembollerin olması, bir müşteri ihtiyacının sıhatli biçimde tespit edilmemiş olduğunu ya da teknik karakteristiğin müşteri ihtiyaçları ile hiçbir önemli ilişkisinin bulunmadığını gösterir (Ronald,1998:71).

Müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki ilişki; fonksiyonel takımlardaki kesin bilgi eksikliğinden ötürü, geçmiş deneyimlerden yola çıkarak belirlenir. Bu ilişkiyi daha objektif olarak belirlemek için KFG sürecine bulanık mantık uygulanabilir (Kuo vd. ,2009:7151).

1.9.3.6. Teknik Korelasyonların Belirlenmesi ve Analizi

Kalite evinin çatısında teknik tanımlayıcıların birbirlerini nasıl etkiledikleri gösterilir. Çatıdaki ilişkiler sonucu bazı “nasıllar”ın birbiriyle örtüşmesiyle ölçüt sayısının düşmesi söz konusu olabilir. Önem derecelerini inceleyerek bazı ölçütlerin dışarıda bırakılması daha

uygun olabilir.

KFG süreci içinde çatı, erken oluşturulursa ilgili departmanlar arasında kalite evinin inşası sırasında daha yoğun bir bütünleşme yaşanabilir. Çatı en sona bırakılmışsa, oluşan ilişkilere bakılarak hangi departmanın hangisiyle hangi konularda daha yakın bir işbirliğine gideceği müşteri isteğini karşılama amacıyla saptanabilir (Öter ve Tütüncü,2001: 112).

Birçok teknik karakteristik, diğer teknik karakteristikler ile ilişkilidir. Bunlardan birinin geliştirilmesi amacıyla yapılan bir çalışma, ilgili gereksinime yardımcı olabilir ve bunun sonucunda olumlu veya yararlı bir etki ortaya çıkar. Diğer taraftan, bir gereksinimi geliştirmek için yapılan çalışmanın ilgili gereksinimi olumsuz yönde etkilemesi de mümkündür. Birinin geliştirilmesi için yapılan işlem diğeri üzerinde zararlı bir etkiye sahip olacaktır (Ronald,1998:88).

Bu aşamada araştırmayı yapan, şirket, teknik karakteristiklerin ölçümü için gerekli test imkânlarına sahip olup olmadığını tespit eder. KFG takımı test ve kontroller için gerekli düzenlemeleri yapar.

Teknik karakteristikler arasındaki bu ilişkilerin araştırılması Kalite Evi'nin çatı matrisinde yerine getirilmektedir. Bu matriste teknik karakteristikler arasındaki olumlu veya olumsuz ilişkiler çeşitli sembollerle gösterilmektedir. Bu semboller aşağıda yer alan Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Korelasyon Dereceleri ve Sembolleri

Korelasyon Derecesi	Sembol
Güçlü Olumlu İlişki	√√
Olumlu İlişki	√
Olumsuz İlişki	X
Güçlü Olumsuz İlişki	X X

Belirlenen korelasyon düzeyi, güçlü ise, KFG takımının bu teknik karakteristiklerin geliştirilmesi ile ilgili olarak özel bir çaba sarfetmesi gerekli demektir. Bu kısımda

belirlenen olumsuz korelasyonlar genellikle “aynı anda birbirine zıt iki fiziksel durumun gerçekleşmesi gerekliliği” şeklinde ortaya çıkar

Bu değerlendirme yapılırken müşterilerin yaptıkları kıyaslama da göz önüne alınmalıdır. Herhangi bir teknik karakteristik, objektif ölçümler bakımından daha iyi olsa bile, karşıladığı müşteri ihtiyaçları bakımından müşteri firmayı daha geride ya da daha kötü olarak algılıyor olabilir.

1.9.3.7. Teknik Kıyaslamaların Yapılması ve Hedef Değerlerin Belirlenmesi

Teknik kıyaslamalar bölümünde, belirlenen her teknik karakteristik (ya da öncelik sıralamasında yukarıda olanlar) için, objektif ölçüm değerleri ile rakip ürünlere ait aynı karakteristiklerin ölçüm değerleri karşılaştırılır. Amaç; öncelikli teknik karakteristikler bakımından rakiplerle karşılaştırıldığında ürün değerlerinin nerede olduğunu görmek ve hedef belirlemek için bir veriye sahip olmaktır.

“Kalite Evi” nin kurulmasında son adım teknik karakteristikler için hedef değerlerin belirlenmesidir. Teknik karakteristikler için hedef değerler belirlenirken bu karakteristiklerin teknik önem dereceleri ve geliştirme yönleri dikkate alınır. Hedef değerler “Kalite Evi” nin en alt kısmına yerleştirilerek, “Kalite Evi” nin son hali elde edilmiş olur (Seyhan,2005:111).

Yapılan kıyaslamalar ile hem iyileştirilmesi gereken yönler ortaya çıkarılır, hem de rakiplere göre üstün veya zayıf taraflar tespit edilebilir (Güllü ve Ulcay,2002:92).

1.9.3.8. Sonuçlara Dayalı Olarak Geliştirme Projesinin Plânlanması

Kalite evi oluşturulduktan sonra KFG çalışmasının tamamlandığı düşünülmemelidir. Bir tasarım faaliyetinde sadece müşteri isteklerine karşılık gelen teknik karakteristiklerin belirlenmesi yeterli olmamaktadır. Bu teknik karakteristiklerin hangi parçalar, süreçler ve üretim planıyla gerçekleştirileceğini de belirlemek ve müşteri isteklerinin, tasarım, geliştirme, üretim ve hizmetteki her aşamaya aktarılmasının sağlanması gereklidir(Suliyev,2007:61).

1.9.4. Sonuçların Analizi ve Yorumlanması

Son aşamada da elde edilen sonuçlar değerlendirilir ve önem dereceleri de dikkate alınarak gerekli dizayn değişiklikleri hakkında önerilerde bulunulur.

1.10. KFG'nin Kullanım Alanları

KFG; yeni ürün geliştirmede, yeni servis organizasyonu dizayn etmede, mevcut ürünler üzerinde, yatırım planlamalarında, proses yönetiminde, teknoloji yönlendirmeli mühendisliklerde, politika yönetimi gibi alanlarda başarı ile uygulanabilen güçlü bir yaklaşımdır. KFG'ni uygulamak üzere inceleyen organizasyonlar özellikle başlangıç aşamalarında danışmanlardan faydalanmalıdırlar.

KFG yeni bir ürünü ya da mevcut bir ürünün yeni versiyonunu müşteri memnuniyetini maksimize etmek için geliştirir. Ulaşım, iletişim, elektronik, üretim, eğitim, yazılım gibi birçok dalda ve çok sayıda endüstride(uzay, inşaat, ambalaj, tekstil vb) kullanım alanı bulmuştur(Delice ve Güngör, 2009:906).

KFG metodolojisi, yeni bir ürün için, yeni bir servis için, mevcut bir ürün için, yatırım planlama için, proses yönetimi için, teknoloji yönlendirmeli mühendislik için ve hatta politika yönetimi için de kullanılabilir(Güllü ve Ulcay,2002:72).

IT yatırımlarında, elektronik eşya pazarında, yazılım projeleri ile ilgili alınacak kararlarda KFG yararlı bir yaklaşım olarak görülmektedir. Ancak bu gibi uygulamalarda, Orijinal KFG yaklaşımının durumun içeriğine göre adaptasyonu, genellikle kullanıcı ihtiyaçları ve teknik karakteristikler odağının değiştirilmesi ile sağlanmalıdır (Indulska,2009:66).

Ülkemizde ise KFG alanında yürütülen çalışmaların büyük bir çoğunluğu akademik nitelikli olup, bunların uygulamaları özel sektörde belirli sayıda kişilerin yaptığı çalışmalar ile sınırlı kalmaktadır. Türkiye'de faaliyet gösteren pek çok firma KFG kavramı ile henüz tanışmamıştır. KFG'nin Türkiye'de yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla, 2002 yılından itibaren ve uluslar arası düzeyde sempozyumlar

düzenlenmektedir(Temeloğlu,2008:6).

Müşteri ihtiyaçlarına duyarlı olan, malzeme, işgücü ve diğer önemli konularda plan yapma alışkanlığına sahip tüm firmaların kullanabileceği KFG sistemi, otomotiv, uçak, elektronik, makine üretim, gıda ve ilaç sektörü gibi imalat sektöründe uygulanabildiği gibi hizmet sektöründe de rahatlıkla uygulanabilir (Sattarov,2008:26).

1.11. KFG’nde Kullanılan Yardımcı Araçlar

KFG, müşterinin hem açıkça belirttiği hem de açığa vurmadığı ihtiyaçları ortaya çıkarmak, bu ihtiyaçları ürün tasarımına yansıtmak ve tüm organizasyonun tasarım sürecine katılımını sağlamaya odaklanmaktadır. Aynı zamanda; müşterilerin ihtiyaçlarını önem sırasına koymasına, kurumun rakipleri ile kendisini kıyaslamasına, organizasyonun rekabet avantajları getirecek ürünlere yönelmesine rehberlik eder.

Müşterinin aslında istemediği fonksiyonları ürünlere eklemek, işletmenin kısıtlı finansal kaynaklarını, insan kaynaklarını ve zamanını boşa harcamaktan öteye gidemez. Kalite fonksiyon göçerimi bu noktada alternatif çözümler üretir. Uygulama açısından bakıldığında, kalite fonksiyon göçerimi metodolojisine farklı aşamalarda yardımcı olan çeşitli araçlar kullanılmaktadır (Erdem vd.,2003:65).

Ayrıca, KFG’ni uygulayan firmalar çeşitli faydalar elde ettiklerini ve birtakım problemlerle de karşılaştıklarını belirtmişlerdir. İkinci bölümde yer verilen KFG’nin eksiklikleri KFG’ne uygulanacak yeni yaklaşımların gerekliliğini kanıtlamıştır. KFG’nin araçları, kullanılan araçların amaçları ve KFG’ndeki kullanım yeri Tablo 7’de gösterilmektedir.

1.11.1. Beyin Fırtınası

1941 yılında “Alex Osborn isimli bir reklamcı tarafından geliştirilen beyin fırtınası yöntemi ilk defa 1957 yılında yeni ürünlere, yeni isimler ve sloganlar üretmek amacı ile kullanılmıştır.

Basit bir anlatımla, bir grup insanın yaratıcı bir şekilde düşünerek fikir üretmesi tekniğidir. Mevcut bazı kural ve teknikleri kullanarak, yeni fikirlerin teşvik edilmesi ve oluşturulmasını sağlayarak, tartışma olanağı ön plana çıkarılarak sorun çözme becerilerini geliştirmeye yönelik olarak uygulanır.

Beyin fırtınası, yaratıcı düşünceyi destekleyen, takım çalışanlarını motive ederek kısa sürede çok fazla fikrin üretilmesine ve süreçlerin neden başarısız olduğuna dair çıkarımlar yapılabilmesine olanak sağlayan bir sürekli kalite geliştirme aracıdır. Beyin Fırtınası, özellikle takım çalışmalarında mevcut bazı kural ve teknikleri kullanarak yeni fikirlerin teşvik edilmesi ve oluşturulmasını sağlamaktadır.

KFG yaklaşımı da bir takım çalışmasıdır, bireysel olarak gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Müşteri seslerini göz önünde bulundurarak teknik karakteristiklerin belirlenmesi amacı ile bir araya gelen KFG takımı, beyin fırtınası sayesinde daha yaratıcı bir şekilde, hızlı bir süreç içinde çok sayıda fikir üretebilmektedir. Beyin fırtınası tekniği kullanılarak, müşteri beklentilerini karşılayacak temel tasarım elemanlarının, bir başka anlatımla, nasılların gelişimi sağlanır.

Ayrıca, teknik karakteristiklerin sayısı arttıkça, matrisin karmaşıklık derecesi de önemli ölçüde artar. Teknik karakteristiklerin sayısı, matristeki sütun sayısını belirler ve bu da hem rekabete yönelik teknik değerlendirme verilerini geliştirmek için gerek duyulan test sayısını, hem de alınması gerekli olan kararların sayısını artırmaktadır. Ancak beyin fırtınası sonucunda ortaya çıkacak fikirler ile bu karmaşa basite indirgenebilir ve farklı görüşler göz önünde bulundurularak en doğru kararlar verilebilir.

Tablo 7. KFG'de Kullanılan Yardımcı Araçlar ve Amaçları

Araç	Amaç	KFG'de kullanım yeri
Beyin fırtınası	Eleştiriye yol vermeden tartışmayı destekleyen kısa bir sürede fikir üretme	Müşteri ihtiyaçlarının, kalite karakteristiklerinin belirlenmesinde
Etkileşim diyagramı	Fikir ve düşüncelerin toplanarak organize edilmesi	Müşteri ihtiyaçları ve kalite karakteristiklerinin sınıflandırılmasında
Hiyerarşi diyagramı (Ağaç diyagramı)	Verilerin hiyerarşik düzene sokulması	Müşteri ihtiyaçlarının organize edilmesinde
İlişki diyagramı	Sorunların nedenlerinin bulunması	Müşteri sesi'nin müşteri ihtiyaçlarına dönüştürülmesinde
Matris diyagramı	Faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması	Müşteri ihtiyaçları ve kalite karakteristikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde
Matris veri analizi	Matris diyagramındaki verileri kullanarak sayısal analiz yapmak	Kalite karakteristiklerinin teknik önem derecelerinin hesaplanmasında
Analitik hiyerarşi prosesi(AHP)	Faktörlerin görece önem derecelerinin hesaplanması	Müşteri ihtiyaçlarının görece önem derecelerinin hesaplanmasında
Yaratıcı sorun çözme teorisi (TRİZ)	Çelişkilerin çözümlenmesi	Korelasyon matrisinde kalite karakteristikleri arasındaki teknik çelişkilerin çözümlenmesinde
Taguchi Metodu	Kalitenin tasarım aşamasında sağlanması	Teknik karakteristikler arasındaki etkileşimlerin modellenmesinde yani çatı matrisinde, ilişki diyagram matrisinin optimizasyonunda
Hata Türü ve Etkileri Analizi	Hata riskleri en aza indirmek	Teknik karakteristiklerin karşılanamaması durumunda ortaya çıkabilecek risklerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesinde

(Seyhan,2005:35)'den faydalanılarak yazar tarafından düzenlenmiştir.

1.11.2. Etkileşim Diyagramı

Etkileşim diyagramı esas itibariyle bir beyin fırtınası metodudur. Her katılımcı kendi düşüncesini belirtir ve bu düşünceler konu bazında gruplandırılır (Arı, 2006:69).

Her katılımcının kendi düşüncesini yazdığı ve sonra bu düşüncelerin konu ile ilişkili olarak gruplandırıldığı ve yeniden sıraya konduğu grup çalışması esasına dayanmaktadır. Yönetim ve planlama aracı olarak karmaşık, açık, ilgisiz fikirlerin, işlerin veya bunlara ait verilerin anlamlı gruplar altında toplanmasına yönelik olarak kullanılır. Genellikle beyin fırtınası sonrası ortaya çıkan fikirleri gruplandırmak amacıyla kullanılır.

Etkileşim süreci için aşağıdaki kurallar mevcuttur (Seyhan,2005:61):

- Kartlar sessizce doğal gruplara ayrılır.
- Ayrılmış kartlar yeniden gözden geçirilir ve nedeni araştırılır.
- Etkileşim diyagramları, yönetim ve planlama aracı olarak karmaşık, açık, ilgisiz fikirlerin ve işlerin veya verilerin anlamlı gruplar halinde toplanması için kullanılır.

Etkileşim diyagramı KFG içinde ise müşteri isteklerinin ve teknik karakteristiklerin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında kullanılır.

Etkileşim diyagramı ile KFG sürecinde tüketici ihtiyaçlarının piyasadan toplanmış orijinal bilgilere göre türetilmesi sağlanır. Etkileşim diyagramı yardımıyla çeşitli gruplarda başlıklandırılan müşteri istekleri, daha sonra yine müşteriden alınan bilgilerle, her biri için bir önem derecesi belirlenir (Sattarov, 2008:42).

Etkileşim diyagramı, kaos olduğu zaman, KFG takımı pek çok fikir ile karşı karşıya kaldığı zaman, yaratıcı/yapıcı bir düşünme gerektiği zaman kullanılır (Suliyev,2007:44).

Problemin basit olduğu ve çabuk çözüm gerektiği durumlarda bu yöntem başvurulmamalıdır. Yöntemin başarılı olabilmesi için, farklı alanlarda araştırma yapabilecek bir ekibe ihtiyaç vardır. Altı veya sekiz üyeden oluşan bu ekip ortaya çıkan fikirleri ve kuruluştaki düşünce sistemini değerlendirebilecek yeterlilikte olmalıdır (Arı,2006,69).

1.11.3. Ağaç Diyagramı (Hiyerarşi Diyagramı)

İstenen amacı gerçekleştirmek veya bir problemi çözmek için söz konusu aktivite gereği birbirini takip eden tüm aşamaları ve bu aşamalarda etkisi olduğu düşünülen tüm sebepleri dikkate alarak bir konunun, problemin veya olayın sistematik bir biçimde araştırılmasını sağlayan bir yönetim aracıdır (<http://www.bafrakidem.org>).

Ağaç diyagramı, bir konuyu veya problemi çözmek için birbirini takip eden tüm aşamaları ve bu aşamalarda etkisi olduğu düşünülen tüm sebepleri dikkate alarak konunun veya problemin araştırılmasını sağlamaktadır. Bu diyagram konu ile ilgili tüm detayları

içermek durumunda olduğundan bir takım çalışması gerektirir.

KFG’nde müşteri ihtiyaçları çoğunlukla ağaç diyagramı ve ilişki diyagramı yardımıyla yapılandırılırlar.

1.11.4. İlişki Diyagramı

Bir grup fikir arasındaki itici güçler ve sonuçlarının incelenmesi amacıyla kullanılan tekniktir. Planlama ya da problem çözmeye sadece fikir üretmek yeterli değildir. Ortaya atılan fikirlerin analiz edilerek uygulamaya konması gerekir. İlişki diyagramı, etkileşim şeması ile birlikte ortaya atılan fikirlerin yerini ve nasıl uygulanacağını gösterir.

İlişkiler diyagramı yardımı ile organizasyon genelinde meydana gelen yönetsel problemlere çözüm bulunabileceği gibi, diğer kalite tekniklerine ilave olarak uygulamaya özel aşamalarda da kullanılabilir. İlişkiler diyagramı fikirler arasındaki ilişkilerin içinden çıkılmayacak bir hal alması durumunda çok yararlıdır (<http://makine2.kocaeli.edu.tr/kalite/kalitearaci1.pdf>).

1.11.5. Matris Diyagramı

İki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılır. Matris diyagramları özellikle sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılırlar. Matris diyagramının gerek duyduğu detaylı bilgiler afinite ve ağaç diyagramından elde edilebilir. İlişkilerin önemini ve gücünü göstermek veya sorumluluğu tanımlamak için özel semboller kullanılır.

KFG’nde matris diyagramı kullanılması sayesinde, hangi kalite karakteristiğinin hangi müşteri isteğini ne kadar karşıladığı görülebilmektedir.

1.11.6. Matris Veri Analizi

Matris veri analizine, önceliklendirme matrisi adı da verilmektedir. Matris tablosunun yeterli olmadığı durumlarda veri analizine ve sayısal sonuçlara dayanan yöntemdir.

Bu teknik, iç içe geçmiş büyük miktarda bilgiye netlik vermek ve daha genel göstergeler bulmak için bir matris diyagramında sunulan karmaşık verileri rakamlarla farklılaştırır ve düzenler.

Matris analizi matris diyagram verilerini derecelendirerek ve düzenleyerek bilginin sadeleştirilmesini ve göze hitap eder şekle dönüşmesini sağlar. Matris diyagramında gösterilen elemanlar arasındaki ilişki kesişen hücreler arasındaki dataların derecelendirilmesi ile oluşur (Arı,2006:75).

1.11.7. Analitik Hiyerarşi Prosesi

1.11.7.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Hakkında Genel Bilgi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977 de ise Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemi olarak açıklanabilir.

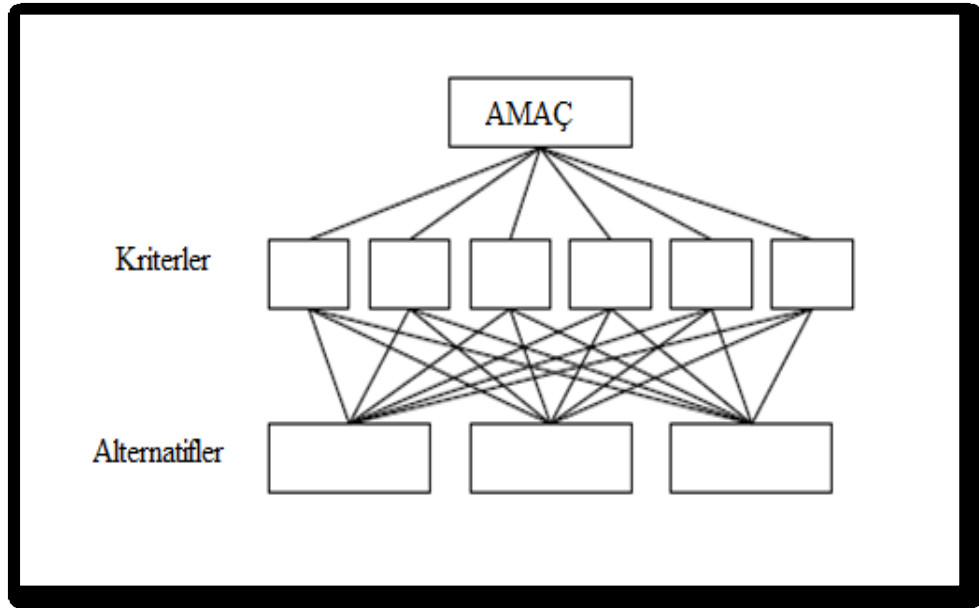
Satty tarafından geliştirilen AHP, alternatifler için öncelikler belirleyen, hiyerarşik bir yapı kullanan çok kriterli karar verme modelidir(Madu,2006:29). Seçim sürecinde yer alan kriterler nicel ya da nitel olabilir. Karar verici/vericilerin tecrübe ve bilgileri AHP sayesinde karar verme sürecinde yer alabilir (Ecer ve Küçük, 2008:359).

AHP, problemin çok kriterli öğelerinin öncelik durumunu hiyerarşik bir yapı içerisinde belirlemeye ve temsil etmeye yarayan sistematik bir yöntemdir. AHP bir problemi küçük parçalara ayırır, ikili karşılaştırmalara tabi tutar, her hiyerarşi için öncelikleri belirler ve böylece belli bir mantıksal süreci düzenler.

AHP'nin en önemli özelliği, karar almada grup veya bireyin özelliklerini dikkate alarak nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendirebilmesidir(Perçin ve Ustasüleyman,2009:14).

AHP çok sayıda kriterden oluşan kararları vermekte yararlanılan bir yaklaşımdır. Çok sayıda kriter gere göre hem sezgisel hem de rasyonel olarak geliştirilen alternatiflerden en iyilerini seçmede yardımcı olacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu süreçte karar verici alternatifleri seçmede kullanılacak ikili karşılaştırmalar yapmaktadır(Saaty ve Vargas,2001:2).

AHP problemi hiyerarşik bir şekilde yapılandırmaktadır. AHP sürecindeki 3 aşamalı model Şekil 3.'de görülmektedir.



Şekil 3. AHP'nin Yapılandırılması

(Satty ve Vargas 2001:3)

Karşılaştırma yapılacak hiyerarşi düzeyinde “n” sayıda eleman bulunduğunda $n(n-1)/2$ adet karşılaştırma yapmak gerekmektedir ve her bir karşılaştırma matris şeklinde düzenlenmelidir. İkili karşılaştırmada değer atamak için, Saaty 1–9 ölçeğini geliştirmiştir. AHP’de genellikle bu ölçek kullanılmaktadır. Ölçek ve ölçek değerlerinin ifade ettiği anlamlar Tablo 8’de gösterilmiştir (Arslan 2010:458).

Hiyerarşinin her düzeyindeki benzer ögeler birbiriyle karşılaştırılır. Karar verici karşılaştırmalarının sonuçlarını tabloda yer alan sayılar cinsinden ifade eder ve tüm ögeler ikili olarak karşılaştırıldıktan sonra karşılaştırma matrisleri oluşturulur (Doğan, 2004:18).

Tablo 8. Saaty Ölçeği Değerleri

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	Amaç için iki faaliyet(seçenek) de eşit öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Bir seçenek diğerine nazaran biraz daha önemlidir
5	Yüksek Derecede Önemli	Bir seçenek diğerine nazaran oldukça önemlidir
7	Çok Yüksek Derecede Önemli	Bir seçenek diğerine nazaran en yüksek biçimde önemlidir
9	Son Derece Önemli	Bir seçeneğin diğerine nazaran oldukça yüksek biçimde önemi vardır
2,4,6,8	Ara Değerler	İki seçenek arasında orta bir değer vermek gerektiğinde kullanılır.

(Saaty 1986:843'den aktaran Arslan,2010:458)

Analitik Hiyerarşi Prosesinin Aşamalarını şu şekilde sıralayabiliriz(Koçak,2003:70):

- Problemin tanımlanması,
- Kriterlerin tanımlanması,
- Alternatiflerin belirlenmesi,
- Hiyerarşik yapının oluşturulması,
- Nisbi önem ölçeğinin belirlenmesi,
- Kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması,
- Tutarlılık analizinin yapılması,
- Kriterler ve problemin tümü için toplam önceliklerin hesaplanması,
- En yüksek önceliğe sahip alternatifin seçilmesi.

Bazen ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulurken uzaklık ve ağırlık gibi ölçümlerle elde edilmiş değerlerle ifade edilen mutlak ölçekler de kullanılır. Mutlak ölçeklerin kullanıldığı durumlarda ikili karşılaştırmalar matrisi doğrudan ölçüm değerleri ile oluşturulur. Göreceli veya mutlak ölçümlerle elde edilen bilgilere göre önem dereceleri(tercihler) bir matrise dönüştürülür. i 'inci kriter ile j 'inci kriterin önem derecesi a_{ij}

ile gösterildiğinde genel olarak ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi yazılır (Özden,2008:305):

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

AHP karar verme durumunda olan insan için en iyi seçeneği belirlemenin yanında, seçenekler arasında sıralama yapmaya da imkân verir. Bu yöntem hem nicel hem de nitel faktörleri dikkate alması, kolay kullanılabilir olması ve basit uygulanabilir olması nedeniyle çok karmaşık problemlerde bile kolaylıkla uygulanabilmektedir. AHP esnek ve kolay uygulanabilir olması yönüyle karar vericiye çok büyük bir kolaylık sağlar (Güner, 2005: 18).

AHP'nin ; sağlık, savunma, proje planlama, teknolojik tahminleme, pazarlama, yeni ürün fiyatlandırılması, ekonomik tahminler, politik değerlendirmeler ve sosyal bilimler gibi birçok alanda karar verme sürecinde yardımcı olduğu yapılan çalışmalarda görülmektedir(Bhushan and Rai,2003:20).

AHP, KFG uygulamaları ile bütünleşik bir şekilde kullanılmaktadır. KFG süreci için uygun bir yöntemdir, çünkü AHP alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapmaktadır. Örneğin her bir KFG takımı üyesi iki müşteri ihtiyacını seçerek karşılaştırmalar yapabilir(Madu,2006:29).

Ayrıca kalite evinde öncelikleri belirlemek karmaşıktır ve çok kriterli karar verme problemidir. Müşteri ihtiyaçlarının ve teknik karakteristiklerin ağırlıklandırılması hesaplamalar yapmaya çok elverişli değildirler. Ancak bunların yapılması karar vericiye önemli bilgiler sağlamaktadırlar, AHP metodu, kalite evindeki teknik karakteristiklerin ve müşteri ihtiyaçlarının ağırlıklandırılmasında uygun ve kullanışlı bir alternatiftir(Xie vd,2003:94).

AHP-KFG modelinin birçok avantajı vardır. AHP yönteminin üstünlükleri, hiyerarşik bir model aracılığıyla nitel ve nicel faktörleri bir arada değerlendirebilmesi, basitliği, hesaplamada kolaylık sağlaması, tek ya da grup kararına uygunluğu ve karar

vericilerin yargılarının tutarlılığını test edebilmesidir. Yöntemin en önemli dezavantajı ise karar vericilerin ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlı olmaması halinde, yargılarını yeniden değerlendirmelerini gerektirmesidir. KFG içerisinde yer alan kalite evi ise müşteri ihtiyaçlarının öncelik değerlerinin belirlenmesinde AHP yöntemi ile birlikte kullanılmaktadır, dolayısıyla bu iki yöntemin birlikte kullanılması değerlendirmeyi kolaylaştırmaktadır (Perçin ve Ustasüleyman, 2009:24).

1.11.7.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi'nde Tutarlılık

AHP kendi içinde ne kadar tutarlı bir sistematığe sahip olsa da sonuçların gerçekçiliği doğal olarak, karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacaktır. AHP bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Eğer karar verici kriterler arası kıyaslamaları yaparken tutarsız davranmışsa, ikinci adıma dönüp tekrar ikili karşılaştırmaları yapması gerekecektir.

Sonuçta elde edilen tutarlılık oranı 0,10'dan küçük ise karar vericinin ikili karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu söylenir (Girginer ve Kaygısız, 2010:217).

Tutarlılık Oranı (CR) , bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla faktörler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığının test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. Tutarlılık Analizinin Aşamaları aşağıdaki gibidir(; Aydın, 2009:76; Kapan, 2013:211; Yavuz, 2012:35; Yılmaz,2009:32):

AHP, CR hesaplamasının özünü, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ ' nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir:

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir:

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

λ Hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), aşağıda yer alan formülünden yararlanarak hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

Son aşamada ise CI, Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan ve Tablo 9’da gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek CR(Tutarlılık oranı) elde edilir. Burada RI (Random Index) rasgelelik indeksidir. Rasgelelik indeksi n degerine (karşılaştırma matrisinin boyutuna) göre değişir.

1-15 boyutundaki matrisler için geliştirilen rasgelelik göstergeleri faktör sayısına karşılık gelen değer olacak şekilde seçilir. Örneğin 3 faktörlü bir karşılaştırmada kullanılacak RI değeri Tablo 9’dan 0.58 olacaktır.

Tablo 9. Random Index Değerleri

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

(Özdağoğlu,2011:20)

Hesaplanan CR değerinin 0.10 dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10’ dan büyük olması ya AHP’ deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

1.11.8. Yaratıcı Sorun Çözme (TRİZ) Analizi

1946 yılında Sovyetler Birliği Patent Ofisi'nde çalışmakta olan Genrich Altshuller ve meslektaşları tarafından, dünya üzerinde o güne kadar var olan yaklaşık 200.000 patentin incelenmesi ve ortak özelliklerine göre sınıflandırılması ile geliştirilmiş olan TRİZ, mevcut durumun geçmiş deneyimlerin bir kombinasyonu olduğu varsayımından hareket eden ve karar vericiye bir düşünce sistemi sunan bir yöntemdir, kendisi bir karar verici ya da sorun çözücü değildir.

Gelişigüzel fikir toplanması üzerine kurulmuş beyin fırtınası, ya da tüm olası çözümlerin incelenerek problemin çözümüne ulaşıldığı morfolojik analiz gibi tekniklerin aksine; TRİZ, eski sistemlerin iyileştirilmesi ya da yeni sistemlerin tasarlanması için algoritmik yaklaşımları kullanır. Bu yüzden tahminden çok, eldeki verilerin değerlendirilmesine dayanır (Yıldırım vd, 2013:2).

KFG'nin temel aracı olan "Kalite Evi"nin hazırlanmasında ortaya çıkan çelişkilerin TRİZ ile çözülmesi mümkündür. Yaratıcılığın sistematik bir şekilde ortaya çıkarılması için kullanılan en temel tekniklerden biri de TRİZ'dir.

Katma değer, ürün geliştirme safhasında karşılaşılan karmaşık mühendislik sorunlarıyla "erimemesini" sağlamada ve inovasyon alt yapısı ile ürün geliştirme kademesini başarı ile tamamlayabilmeyi sağlamada faydalı olacak bir tekniktir.

Eryurt ve diğerleri (2012:29) çalışmalarını sonucunda TRİZ ve KFG bütünleşmesi ile ilgili şu sonuçlara varmışlardır:

- KFG, ürün ve proses alternatiflerinin ele alınmasına yardımcı olmaz, buna karşın TRİZ, KFG de ortaya çıkan her bir çelişkiye bir çok alternatif üretmeye yardımcı olur.
- KFG, hangi problemlerin çözülmesi, hangi fonksiyonların geliştirilmesi gerektiğinin değerlendirilmesine yardımcı olur.
- TRİZ, KFG ile belirlenmiş öncelikli problemlerin çözülmesinde verimli metodik yaklaşım getirir.

- KFG ve TRİZ bütünleşmesi “Customer Driven Innovation” yani müşteri odaklı KFG aşamasında belirlenmiş ve değerlendirilmiş müşteri beklentilerine yönelik inovasyon gerçekleştirilmesine olanak sağlar.
- TRİZ ve KFG bütünleşmesi ile en iyi sonucu elde edebilmek için uygulayıcıların her iki metoda da son derece hakim olması ve uygulamanın bilgisayar programı ile desteklenmesi gerekir.
- KFG'nin temel aracı olan “Kalite Evi”nin hazırlanmasında ortaya çıkan çelişkilerin TRİZ ile çözülmesi zıtlaşma yerine çözüm anlayışını yaşama taşır.

Chagun(2010) çalışmasında, yeni ürün geliştirme sürecinde kullandığı KFG analizinin çatı matrisindeki negatif ilişkili teknik karakteristiklere TRİZ analizini uygulamıştır. Chagun'a göre çatı matrisindeki negatif korelasyonlar bir darboğazdır.

Huang ve Li (2009), mühendislik parametreleri arasındaki denge ile ilgili 40x40 bir çelişki matrisi oluşturarak, Bulanık AHP ve TRİZ analizini birlikte kullanmış ve önerilen bütünleşik yaklaşımın uygulanabilirliğini, otomatik bağlantılı montaj hattı ile ilgili bir vaka çalışmasında göstermişlerdir.

1.11.9. Deney Tasarımı (Taguchi) Metodu

Deney tasarımı teknikleri kullanılarak, istenmeyen faktörlerin etkilerinin en aza indirildiği üretim prosesini tasarlamak mümkün olmaktadır, Yani deney tasarımı, kaliteyi tasarım aşamasında sağlamanın bir yoludur. Deney tasarımı yöntemleri özellikle Japonya'da kalite konusunda meydana gelen değişmelerle birlikte ilk olarak Amerika'da daha sonra dünyanın çeşitli gelişmiş ülkelerinde kullanılmaya başlanmıştır (Şanyılmaz,2006:1).

Deney tasarımı ilk olarak 1920'lerde istatistik biliminin en önemli isimlerinden biri olan A. Ronald Fisher tarafından, tarım ürünlerinin üretimindeki verimi arttırmak amacıyla geliştirilmiştir.

1960'larda Dr. Genichi Taguchi tarafından Japonya'da geliştirilmiş olan Taguchi metodu, kaliteyi iyileştirmek ve maliyetleri düşürmek amacıyla kullanılan istatistiksel bir

metottur. Bu da dizayn optimizasyonu ile sağlanır.

Taguchi kalite geliştirme çalışmalarında kaliteden ziyade kalite kayıpları açısından olaya yaklaşır. Kalite kayıpları, üretim anından müşteriye geçene kadar geçen süre içinde, üründe meydana gelen kayıplar olarak tanımlanır. Bu kayıplar bozuk ürün performansı ve azalan güvenilirliğin müşteride yaptığı etkilerden doğan kayıplar ve pazar payının düşüşü ile üreticilerin karşılaştığı kayıpları da içerir. Bu kayıplar, kayıp fonksiyonları ve bunların sürece etkileri ile de açıklanmaktadır.

Taguchi'nin kayıp fonksiyonu, hedeflenen değerlerden sapmanın maliyetini değerlendirme fırsatını sağlamaktadır. Geleneksel kalite kontrolde, parçanın hedef değerden sapmalarına bakılmaksızın, spesifikasyon sınırları içinde olup olmamalarına göre değerlendirilir, parçanın değeri sınırın dışındaysa, parça yeniden işlemeye veya hurdaya sevk edilir.

Taguchi bu geleneksel görüşün gerçeği aksettirmediğini düşünerek kayıp fonksiyonunu geliştirmiştir. Kayıp; ürünün fabrika çıkışından sonra oluşan tüm kaybın toplamıdır(Taylan,2009:35).

Taguchi yönteminin asıl amacı, kontrol edilebilen faktörlerin ayarlanması ile zaman ve maliyet açısından etkin, aynı zamanda, kontrol edilemeyen faktörlerin etkilerine karşı duyarsız ürün ve süreç tasarımını geliştirmektir(Şanyılmaz,2006:2).

Taguchi metodu KFG'nin kalite evinde iki şekilde yararlı olabilir (Bouchereau ve Rowlands,2000:16):

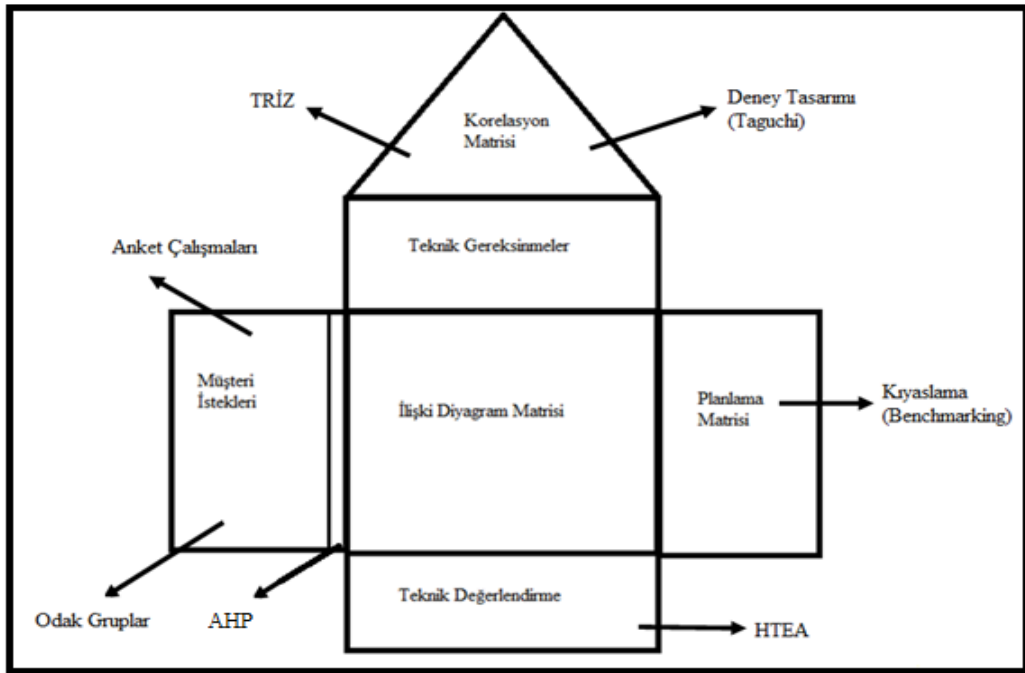
1. Teknik karakteristikler arasındaki etkileşimlerin modellenmesinde yani korelasyon matrisinden oluşan çatı kısmında faydalı olacaktır.
2. Kalite evinin ilişki diyagram matrisinde yer alan, müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki ilişkiyi gösteren hedef değerlerin optimizasyonu için Taguchi kayıp fonksiyonunun kullanımı yararlı olacaktır.

1.11.10. Hata Türü ve Etkileri Analizi

Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniğidir. Sistematik bir analizle bütün mantıksal hataların olaylarla bağlantısını sağlayan güçlü bir yöntemdir. HTEA üretim süreçlerinin planlanması aşamasında, yeni bir ürün veya sistem geliştirildiğinde sorular sorarak, oluşabilecek hataların ortaya çıkarılmasına yardımcı olmaktadır. KFG sürecinde HTEA, teknik karakteristiklerin karşılanmaması durumunda ne tür risklerin ortaya çıkabileceğini ortaya koymayı ve her bir hata türü için Risk Öncelik Puanı(RÖP) hesaplamayı sağlamaktadır.

Çalışmanın konusunu oluşturan bu analiz ikinci bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılacağı için burada kısaca değinilmiştir. Kalite Fonksiyon Göçeriminde kullanılan metodların Kalite evinin hangi kısmında kullanılabileceğine dair aşağıda yer alan şekil 4 oluşturulmuştur.

Yukarıda bahsedilen bu araçlar tek başına kullanılabildiği gibi bütünleşik veya birbirleriyle bağlantılı olarak da kullanılabilmektedirler. Genellikle birinin çıktısı diğerinin girdisini oluşturmaktadır ve KFG'nin eksiklerinin giderilmesinde büyük faydalar sağlamaktadırlar.



Şekil 4. Kalite Evinde Kullanılan Yardımcı Araçlar

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ İLE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

2.1. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Eksiklikleri

Birinci bölümde de değinildiği gibi, Kalite Fonksiyon Göçerimi, belirli bir mal ya da hizmet ile ilgili müşteri ihtiyaçlarını belirleyen ve bu belirlenen ihtiyaçları üretime dönüştürmek için gerekli teknik karakteristiklerin belirlenmesinde kullanılan etkili bir planlama tekniğidir. Bu tekniğin temel girdileri, müşterilerden elde edilen “müşteri sesleri” olarak adlandırılan müşteri ihtiyaçları ile bu ihtiyaçlara müşteriler tarafından verilen önem puanları, planlama matrisinde yer alan rakipler ile kıyaslama değerlendirmeleri ve kalite takımı tarafından belirlenen teknik karakteristikler ve müşteri ihtiyaçları arasındaki ilişkileri gösteren değerlendirmelerdir.

Kalite Fonksiyon Göçerimi Analizi'nin sonucunda elde edilen bilgiler yeni ürün geliştirme ve mevcut üründe müşteri ihtiyaçlarını karşılama amacıyla değişiklik yapma kararlarında çok faydalı olmaktadır. KFG'nin birçok avantajının yanı sıra, araştırmacılar, müşteri seslerindeki bulanıklık, çok sayıda veriyi girdi olarak kullanma ve analiz etme zorunluluğu, kalite evindeki hedef değerlerin atanmasındaki belirsizlik gibi problemlerin varlığından da söz etmektedirler(Karsak ve Sener,2011:3016).

Schmidth (1997)'ye göre, KFG sürecinde alınan en önemli kararlardan biri, dizayn özellikleri için hedef değerlerin belirlenmesidir. Ancak, KFG bu kararlarla ilgili herhangi bir destekleyici yapıya sahip değildir. Bu kararların nasıl alınacağını belirtmemektedir.

Müşteri ihtiyaçları ile teknik karakteristikler arasında ilişki kurulmasında etkili olan KFG takımının, gerçekte sınırlı bilgi ve tecrübe nedeniyle uygun ilişkileri tam olarak ve doğru biçimde belirlemesi zordur. Teknik dil ile sosyal dili birleştirme gereği, KFG yönteminin dezavantajları arasındadır (Ertuğrul ve Aytaç, 2007:183).

Ayrıca; sürecin en başında çok dikkatli olma zorunluluğu, üretim süreci başladıktan sonra geriye dönüşün maliyetli olması, yüksek düzeyde şirket kültürü gerektirmesi, disiplinler arası bilgi kullanımında yetkinleşmiş personel gerektirmesi, sürecin en başında çok dikkatli olma zorunluluğu, teknik dil ile sosyal dili birleştirme gereği, bazı durumlarda çok sayıda verinin matrisler içinde ilişkilendirilmesi gereği nedeniyle konsantrasyon zorluğu KFG'nin zorlukları arasında sayılmaktadır (Öter ve Tütüncü, 2001:101).

Arı (2006: 95), tüm yararlarına rağmen KFG'nin uygulanmasında karşılaşılan problemleri şu şekilde sıralamaktadır;

- KFG, öncelikle planlama aşamasında çok fazla çalışmayı gerektirir. Çalışanlar “işlerimizi normal mesai içinde zaten bitiremiyoruz” şeklinde bir yaklaşımla fazla çalışmayı reddedebilirler.
- KFG yaklaşımında proje uygulanmaya başladığında, talimatları değiştirmek oldukça zor olmaktadır. Çünkü üretim süreci başladıktan sonra geriye dönüşüm maliyeti yüksektir ve talimatları değiştirmek için sistemin tüm elemanlarının yeniden gözden geçirilip, düzenlenmesi gereklidir.
- İşletmeler KFG dokümanlarının saklanması problemi ile karşılaşmaktadırlar.
- Üretim esnasında değişiklikler olduğunda KFG dokümanlarındaki ürün/süreç değişikliklerinin uyumlu hale getirilmesi zor olmaktadır.
- KFG disiplinler arası bilgi kullanımında yetkinleşmiş personel ve yüksek düzeyde şirket kültürü gerektirir. Boucheeau ve Rowlands,(2000:12) ise, bu eksikliklerden bazılarını Tablo 10'daki gibi tablolaştırmıştır.

Tablo 10. KFG'nin Eksiklikleri

KFG'nin Eksiklikleri
Müşteri seslerindeki belirsizlikler
Çok sayıda subjektif verinin girdi olarak kullanılması ve analiz edilmesi
KFG geliştirme kayıtlarının nadiren tutulması
Müşteri bilgilerinin kalite evine aktarılmasının el ile yapılması ve zaman alması
Kalite evi çok büyük ve karmaşık bir hal alabilir
Kalite evi hedef değerlerindeki belirsizlikler
İlişki matrisindeki ağırlıkların iyi tanımlanmamış olması
KFG'nin nitel bir yöntem olması

Bu dezavantajlarına rağmen, KFG'ni kullanan firmalar ile ilgili çeşitli başarı hikâyeleri bilinmektedir. Analiz sonucunda KFG sayesinde, maliyetlerde %60 düşüş olduğunu, ürün geliştirme sürecinde %30-%50 düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Ancak şu da vardır ki; Toyota KFG kurulumu için 4 yıldan fazla zaman ayırmıştır ve maliyetlerde düşüş görmesi ise 7 yılını almıştır(Schmidt,1997:293). Ayrıca, bu eksiklikler, KFG'ne uygulanacak yeni yaklaşımların gerekliliğini kanıtlamıştır. Bu yaklaşımların başında bulanık mantık yaklaşımı gelmektedir. Bu yaklaşımlardan bazılarında birinci bölümde yer verilmiş olup, uygulamada da kullanılacak olan Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Hata türü ve Etkileri Analizi'ne bu bölümde daha detaylı yer verilmiştir.

2.2. Bulanık Mantık

2.2.1. Bulanık Mantığın Tanımı

Bulanıklık bilimsel olarak belirsizlik olarak tanımlanmış ve bu belirsizlikleri ifade edebilmek amacıyla bulanık mantık geliştirilmiştir. Klasik mantıkta bir şey ya doğrudur ya da yanlıştır. Yani ikili bir mantık vardır. Bulanık mantıkta ise doğru ile yanlışın arasında birçok durum bulunmaktadır.

Bulanık kümelere dayalı olan Bulanık Mantık genelde, insan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakta, gerçek dünyada sık sık meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olmaktadır (Nabiyev,2005:668).

Bulanık mantıkta temel amaç insanların belirsiz ve kesin olmayan bilgiler ışığında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünme ve karar mekanizmalarının oluşturulmasıdır.

Bulanık mantık; kısmi üyeliğe izin veren bir teoridir. Yani bir kümenin üyesi olma ve olmama durumları arasında, kademe-kademe geçişe izin verir. Verilen bir elemanın bir kümede kısmi üyeliğinin başlaması demek aynı zamanda bu elemanın bu kümenin üyesi olmama durumunun da kısmen başlaması demektir. Çünkü bulanık küme teorisi, hem tam üyeliğe hem de hiç üye olmamaya izin verir, bundan dolayı bulanık küme teorisi, klasik küme teorisinin geliştirilmiş bir halidir denebilir (Sattarov,2008, 59).

2.2.2. Bulanık Mantığın Tarihçesi

Bulanık mantığın ve bu mantık kurallarını kullanan bulanık küme teorisinin Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilip 1965 tarihli makalesinde yayınlanmasından sonra belirsizlik içeren sistemlerin incelenmesi yeni bir boyut kazanmıştır. 1965 de ortaya atılmasına rağmen, bulanık küme kavramı ancak 1970'li yılların ikinci yarısından sonra kullanılmaya başlanmıştır.

Bulanık mantık ilk kez 1973 yılında, Londra'daki Queen Mary College'de profesör olan H. Mamdani tarafından bir buhar makinesinde uygulanmıştır. Ticari olarak ise ilk defa, 1980 yılında, Danimarka'daki bir çimento fabrikasının fırınına kontrol etmede kullanılmıştır.

Bundan sonra bir başka dikkate değer uygulama ise Hitachi firması tarafından 1987 yılında Sendai Metro'sunda gerçekleştirilmiştir. Bu sayede trenin istenen konumda durması üç kat daha iyileştirilmiş, kullanılan enerji ise %10 azaltılmıştır. Bunun üzerine Hitachi firmasına benzeri bir sistemi Tokyo Metro'suna da kurması için talep gelmiştir. Yamaichi Securities'in geliştirdiği Bulanık Mantık temelli uzman sistem, 1988 yılının Ekim ayında kara Pazartesi adlı Tokyo Borsası'nda yaşanan krizin sinyallerini onsekiz gün önceden haber vermiştir. Bu kadar başarılı uygulamaların ardından bulanık mantığa olan ilgi artmış, uluslararası bir çalışma ortamı oluşturabilmek amacıyla 1989 yılında aralarında SGS, Thomson, Omron, Hitachi, NCR, IBM, Toshiba ve Matsuhita gibi dünya devlerinin bulunduğu 51 firma tarafından, LIFE(Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering) laboratuvarları kurulmuştur (Günel,1997:51). 1980'li yılların ikinci yarısından sonra Japonların ürünlerinde bulanık mantığı kullanmalarıyla da hız kazanarak, günümüzdeki doruk noktasına gelmiştir (Altaş, 1999:80).

Bulanık Mantık Yaklaşımı tüketici ürünlerinde ilk olarak 1990 yılında Japonya'da uygulanmıştır. Japonlar, bulanık mantığı özellikle bulaşık makineleri, çamaşır makineleri, elektrik süpürgeleri, televizyonlar ve video kameralarda uygulamışlardır. 1993 yılında Sony, bulanık mantık karar ağacı algoritmasını kullanan Sony PalmTop'u piyasaya sürmüştür (Fuller,1995:106).

Bulanık mantık kuramı, sibernetik ve onunla doğrudan ilgili bilimlerde akıl almaz derecede hızlı gelişmeleri tetiklemiş, sibernetik ve yapay zekâ çalışmalarını hızlandırmıştır.

Zadeh, ortaya koyduğu kuramlar ile 20. ve 21. yüzyıl teknoloji devriminde önemli paya sahip olmuştur. Çünkü siberetik, insan gibi hareket eden makineler yapma girişimi olarak daha fazla otomasyon ve makineleşmeye imkân sunmaktadır (Işıklı, 2008:106).

Günümüzde fotoğraf ve çamaşır makinelerinde, cep telefonlarında, asansörlerden, nükleer reaktörlerdeki soğutma sistemlerine kadar pek çok alanda Bulanık Mantık teknolojisi kullanılmaktadır.

2.2.3. Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

Bulanık mantık sistemlerinin ilk uygulama alanları çimento sanayii ve su arıtma sistemleri olmuştur. Daha sonra buhar türbini, nükleer reaktör, asansör ve vinç denetimi gibi değişik alanlarda da bulanık mantıktan yararlanılmıştır. Özellikle Japonya'da çok geniş uygulama alanları bulmuştur. 1988 yılında Japonya'da Hitachi firmasının Sendai'deki metro için gerçekleştirdiği bulanık mantık sistemi çok başarılı olmuş ve bu olaydan sonra Japonya'da Bulanık Mantık Sistemleri çok rağbet görmüştür. 1990'da bulanık mantık fotoğraf makinalarından ev aletlerine ve hatta borsaya kadar çok değişik alanlarda kullanılmıştır.

Bulanık mantık ve bulanık mantık tabanlı uygulamalar son yıllarda hızlı bir gelişme göstermişlerdir. Bu gelişmelerden en fazla etkilenen alanlardan birisi de kontrol sistemleridir. Artık hemen her türlü kontrol uygulamasına alternatif olarak karşımıza bir bulanık mantık denetleyici çıkmaktadır. Bulanık mantığın insan düşüncesine paralel bir yapıda olması ve bu paralellikte sistemleri tanıyıp karar verebilmesi onun hızlı bir şekilde geniş uygulama alanları bulmasına neden olmuştur. Özellikle bulanık mantığın yapay sinir ağları ve genetik algoritmalarla birlikte kullanılmasıyla akıllı denetim sistemleri ortaya çıkmıştır. Üniversitelerde bu konuya yönelik araştırma grupları oluşturulmuş, firmalar özel çalışma grupları kurmuşlardır(Altaş,2009:76).

Ayrıca, bulanık mantığın günümüzde hemen hemen her alanda uygulama imkânı bulunmaktadır. Karar verme, ekonomi, kontrol sistemleri, tıbbi tahliller, çevre, yöneylem araştırması, psikoloji, güvenilirlik ve güvenlik bulanık mantığın başlıca uygulama alanlarıdır. Bu uygulama alanlarının bazıları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Bulanık Mantık Uygulama Alanları

Uygulama Alanları	Açıklama
Klimalar	Ortam şartlarına göre en iyi çalışma durumunu belirler, odadaki kişi yoğunluğu gibi
Çamaşır makineleri	Çamaşırın kirliliğine, kumaş cinsine, ağırlığına göre uygun yıkama programını seçer
Elektrikli süpürge	Süpürülen yerin kirliliğine ve durumuna göre motor gücünü en uygun şekilde ayarlar
Su ısıtıcısı	Kullanılan suyun miktar ve sıcaklığına göre ısınma derecesini ayarlar.
SLR fotoğraf makineleri	Ekrandaki nesne sayısı arttığında en iyi odak ve aydınlatmayı belirler.
ABS fren sistemi	Tekerleklerin kilitlenmeden fren yapmasını sağlar.
Televizyon	Ekranın parlaklığını, rengini ve kontrastını ayarlar.
Sendai metro sistemi	Güçten tasarruf sağlamak için, hızlanma ve yavaşlamayı ayarlayarak rahat bir yolculuk sağlar.
Çimento sanayi	Değirmende ısı derecesini ve oksijen oranını ayarlar.
Otomobil vites sistemi	Arabada bulunan yük miktarı ve kullanıma göre en iyi vites sistemini seçer.
Video kayıt cihazı	Çekim sırasında elle tutulmadan dolayı oluşabilecek sarsıntıyı ortadan kaldırır.
Asansör denetimi	Yolcu trafiğine göre bekleme zamanını ayarlar.

(Ayyıldız, 2003: 106)

2.2.4. Bulanık Mantık ve Karar Verme

Karar vericiler hangi şartlarda ve boyutlarda karar verirlerse versinler, bir belirsizlik ortamı içinde bu işlevlerini yerine getirmek zorundadırlar. Ancak karar vericiler karar sürecinde klasik bilimsel yaklaşım ve bu yaklaşımın içerdiği yöntemleri kullanıyorlarsa, sonuçta verilen kararlar, doğru-yanlış, evet-hayır ya da 0-1 gibi yönlü kararlar olacaktır. Ancak gerçek yaşam mutlak ayırım üzerine kurulu değildir (Yaralıoğlu,2010:59).

Bulanıklık, faaliyetlerin veya gözlemlerin küme sınırlarının iyi tanımlanmadığı, puslu olduğu durumları ifade etmektedir. Bulanık mantık, bulanık küme teorisine dayanır. Bulanık küme teorisi aslında daha genel bir matematiksel küme yaklaşımı olup, nesnelere belirli üyelik dereceleri ile kümeye dâhil olmasını sağlamaktadır (Terzi, 2004:35).

2.2.5. Bulanık Mantık ve Klasik Mantık Arasındaki Farklılıklar

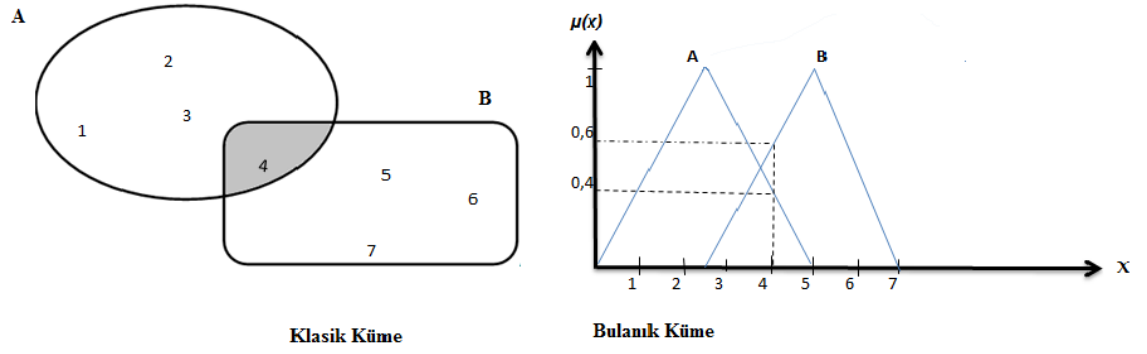
Bazı kümelerin yapısı gereği geleneksel mantıkla oluşturulması doğru olmaz, Erkek veya kadın, tek veya çift, canlı veya cansız vb. kavramlar geleneksel kümeler için uygun örneklerdir. Bunun yanında, bazı kümelerin çok net sınırlarla ifade edilmesi doğru sonuçlar vermez. Örneğin, bir grup içindeki insanlar için zayıf olanlar, uzun olanlar, zeki olanlar gibi tanımlamalar yapılabilir. Ancak, bir kişinin zeki olup olmadığının net bir sınırı yoktur. İnsanın zeki olup olmadığının ölçümünde IQ derecesinin kullanıldığını düşünürsek, insanları “zeki” veya “zeki değil” şeklinde sınıflamanın doğru olmadığı kolayca anlaşılır. Yani zekilik bulanık kümelerle temsil edilmesi gereken bir ifadedir (Okul,2007:56).

Klasik küme, kümeye kesinlikle ait(üye) veya kesinlikle üye değil biçiminde iki grubun oluşturulması ile anlamlıdır. Klasik kümede, kümeye üye olanlarla olmayanlar arasında kesin bir geçiş olmaktadır ve her bireye evrensel kümede 1 veya 0 değerleri verilmektedir.

Oysa doğal dilde rastlanan birçok terimler arasında bu sınırlar belirsiz olmaktadır. Bulanık Mantık evrende olası her mümkün bireye, bu bireyin bulanık küme içerisindeki üyelik derecesi değerini atayarak matematiksel olarak tanımlar (Nabiyev,2005:670).

Klasik kümeler arası ilişkiler incelendiğinde, Şekil 5’de olduğu gibi küme sınırlarının kesin olarak belirli olduğu görülür. Bu yaklaşımda bir eleman, bir kümeye aittir veya ait değildir, ya da her iki kümeye de eşit derecede aittir. Bulanık Mantıkta ise küme elemanları, bir kümeye ne kadar ait olduklarını gösteren üyelik derecesi $\mu(x)$ ile birlikte tanımlanırlar. Bu durumda küme sınırları için kademeli bir geçiş söz konusu olmaktadır. Küme elemanları, farklı kümelere farklı derecelerde ait olabilmektedirler (Sattarov,2008:62).

Örneğin Şekil 5’de görülen 4 elemanı klasik kümede her iki kümeye de eşit derece üye iken; bulanık kümede A kümesine 0,4 seviyesinde üye, B kümesine 0,6 seviyesinde üye olabilmektedir.

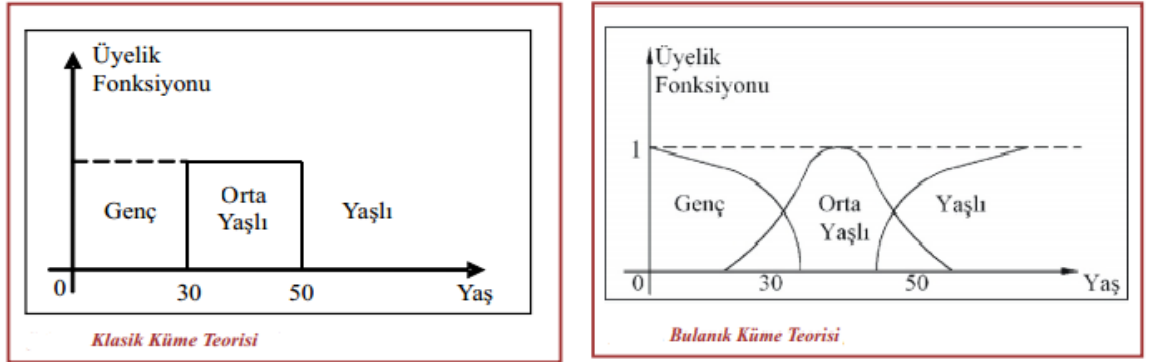


Şekil 5. Klasik ve Bulanık Kümelerin Birlikte Gösterimi

(Sattarov,2008:63)

Bulanık kümenin her elemanı, bu küme içerisinde bir üyelik değerine sahiptir ve bulanık A kümesinin üyelik fonksiyonu 0 ile 1 arasındaki gerçel sayılardan oluşur. Yani, $\mu(x) \rightarrow [0,1]$ (Yuan,1994:51).

Klasik ve bulanık küme teorisi örnek olarak seçilen bir yaş problemine uygulanacak olursa Şekil 6'da klasik küme, ve bulanık küme üyelik fonksiyonları görülebilmektedir (Tiryaki ve Kazan,2007:3).



Şekil 6. Klasik ve Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları

Şekil 6'da klasik kümeler ile gösterimde görüldüğü gibi 0-30 yaş genç, 30-50 yaş orta, 50 yaşın üstü ise yaşlı sınıfına girmektedir. Kurallara göre 49 yaşındaki bir kişi orta yaşlıyken 51 yaşındaki kişi ise yaşlı sayılmaktadır. Bu durum yine Şekil 6'da görünen bulanık küme teorisine göre incelenecek olursa 50 yaşındaki bir kişi belli oranda orta yaşlı,

belli oranda ise yaşlı sayılmaktadır. Yani bulanık mantıkta daha esnek bir yaklaşım ve kısmi üyelik vardır. Klasik Mantık ile Bulanık Mantık arasındaki temel farklılıklar Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12. Klasik ve Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklılıklar

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A veya A Değil	A <u>ve</u> A Değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

(Yaralıoğlu, 2010:59)

Daha yalın bir anlatımla; Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde varlık küme ile olan üyelik ilişkisi bakımından kümenin elemanı olduğunda "1", kümenin elemanı olmadığı zaman "0" değerini alır. Bulanık mantık klasik küme gösteriminin genişletilmesidir. Bulanık varlık kümesinde her bir varlığın üyelik derecesi vardır. Varlıkların üyelik derecesi, (0, 1) Aralığında herhangi bir değer olabilir ve üyelik fonksiyonu $\mu(x)$ ile gösterilir.

$$A = \{(x, \mu_A(x)), \text{ öyle ki } x \in X\}$$

X: uzay kümesi (kesin küme)

x: uzay kümesinin kesin küme elemanları

A: bulanık küme

$\mu_A(x)$: x kesin sayılarının A bulanık kümesindeki üyelik dereceleridir

Üyelik fonksiyon ve dereceleri tespit edilirken olayla ilgili değişkenin alt aralıkları, bunların sınır değerleri ve sayısal kümeleri nesnel(kişisel) olarak belirlenmelidir. Üyelik fonksiyonları genelde üçgen, yamuk veya Gaussian(normal dağılım) eğrisi şekillerinden biri olabilir. Bunlardan üçgen üyelik fonksiyonları pratik uygulamalarda en yaygın olarak kullanılır(Şen, 2004:36).

2.2.6. Bulanık Mantıkta Üyelik Fonksiyonu Tipleri

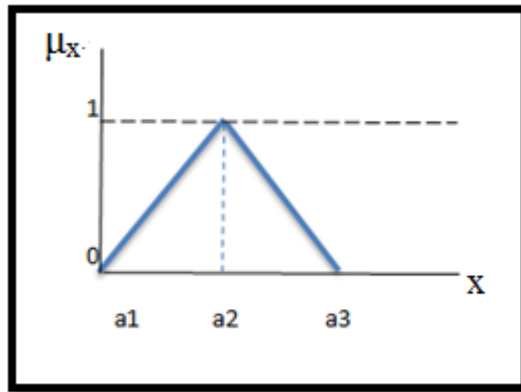
Literatürde üyelik fonksiyonları farklı şekillerde ele alınmaktadır. Üyelik fonksiyon tipleri, bazı kaynaklarda fonksiyon biçimleri şeklinde ele alınırken, bazı kaynaklarda da geometrik şekil benzerlikleri yönü ile ele alınmıştır. Burada, literatürde en çok karşımıza çıkan; Üçgensel, Yamuk, Çan ve Gaussian Üyelik Fonksiyonları'na yer verilmektedir.

2.2.6.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonunu a_1, a_2, a_3 olmak üzere üç parametre ile tanımlarsak, A bulanık kümesinin parametreleri için tanımlanmış üçgen üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibidir (Kahvecioğlu ve Kıyak,2003:65):

$$\mu_x(a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} a_1 \leq x \leq a_2 \text{ ise} & (x-a_1)/(a_2-a_1) \\ a_2 \leq x \leq a_3 \text{ ise} & (a_3-x)/(a_3-a_2) \\ x \geq a_3 \text{ veya } x < a_1 \text{ ise} & 0 \end{cases}$$

(a_1, a_2, a_3) üçgensel bulanık sayısı için üyelik fonksiyonu Şekil 7'deki gibi gösterilmektedir.



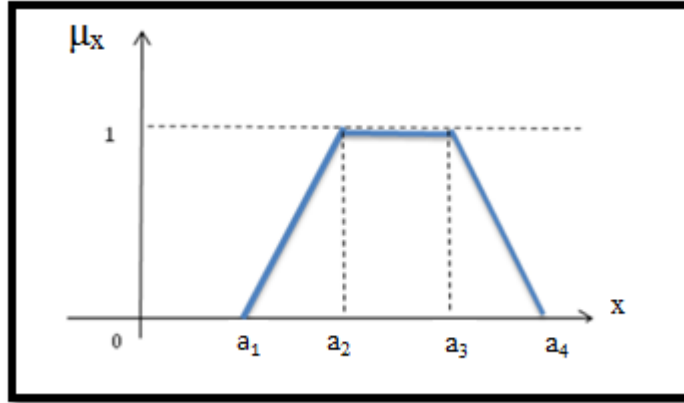
Şekil 7. Üçgensel Bulanık Sayılarda Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.2.6.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonları ise dört parametre ile tanımlanır. A bulanık kümesinin a_1 , a_2 , a_3 ve a_4 parametreleri için tanımlanmış yamuk üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibidir (Baykal ve Beyan, 2004:78):

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

(a_1, a_2, a_3, a_4) yamuk bulanık sayısı için üyelik fonksiyonu Şekil 8'deki gibi gösterilmektedir.



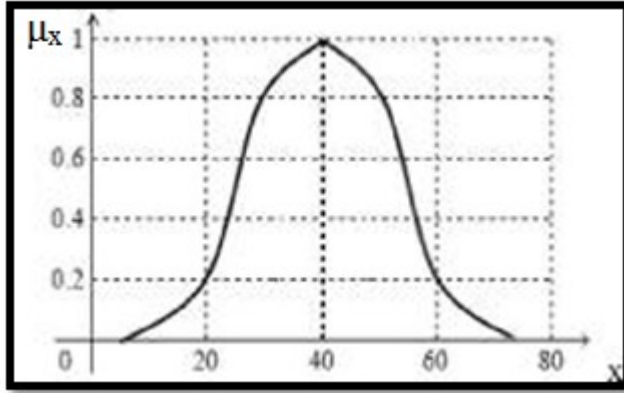
Şekil 8. Yamuk Bulanık Sayılarda Üyelik Fonksiyonu

2.2.6.3. Gaussian üyelik fonksiyonu

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

Bu fonksiyonda m , fonksiyon merkezini ve σ da genişliğini ifade eder. σ değerini değiştirerek, fonksiyonun biçimini değiştirebiliriz. Eğer σ küçük olursa üyelik fonksiyonu daha ince olurken, bu değer büyüdükçe üyelik fonksiyonu yayvanlaşacaktır. Bu

parametrelere göre üyelik fonksiyonu yukarıdaki gibi tanımlanır (Armağan,2008:5):

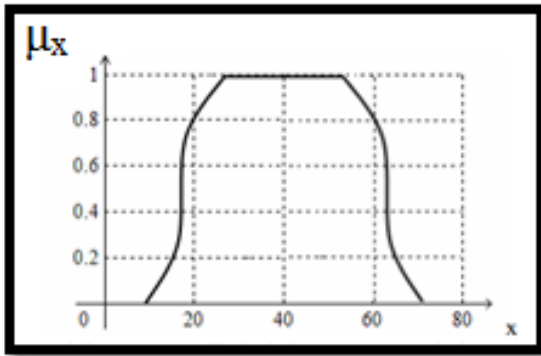


Şekil 9. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.2.6.4. Çan Üyelik Fonksiyonu

Bu tip üyelik fonksiyonu da a_1 , a_2 ve a_3 şeklinde üç parametre ile gösterilir(Çavdar,2009:75):

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



Şekil 10. Çan Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

2.2.7. Bulanık Küme İşlemleri

X evrensel kümesinde A ve B bulanık kümeleri tanımlanacak olursa ve bu kümelere ait bir elemanı ise $X=\{x\}$ şeklinde gösterecek olursak, X evrensel kümesindeki A ve B bulanık kümelerinin üyelik dereceleri $\mu_A(x)$ ve $\mu_B(x)$ ile gösterilebilir. Bulanık kümelerdeki işlemlerden bazıları aşağıda gösterilmektedir(Klir ve Yuan,1995:25):

$$A=B \text{ ise } \mu_A(x)=\mu_B(x), \quad A \subset B \text{ ise } \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$$

$$\text{Birleşme özelliği; } (A \cup B)(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)],$$

$$\text{Kesişim özelliği; } (A \cap B)(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

$$\text{Tümleyen; } \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

2.2.8. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler

2.2.8.1. Toplama İşlemi

$A=(a_1, a_2, a_3)$ ve $B=(b_1, b_2, b_3)$ iki üçgensel bulanık sayı olmak üzere bulanık toplama işlemi \oplus ile gösterilir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A \oplus B = (a_1, a_2, a_3) \oplus (b_1, b_2, b_3)$$

$$= (a_1+b_1, a_2+ b_2, a_3+b_3)$$

$A=(a_1, a_2, a_3, a_4)$ ve $B=(b_1, b_2, b_3, b_4)$ iki yamuk bulanık sayı olmak üzere $A \oplus B$ aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A \oplus B = (a_1, a_2, a_3, a_4) \oplus (b_1, b_2, b_3, b_4)$$

$$= (a_1+b_1, a_2+ b_2, a_3+b_3, a_4+b_4)$$

2.2.8.2. Çıkarma İşlemi

$A=(a_1, a_2, a_3)$ ve $B=(b_1, b_2, b_3)$ iki üçgensel bulanık sayı olmak üzere bulanık çıkarma işlemi \ominus ile gösterilir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A \ominus B = (a_1-b_3, a_2-b_2, a_3-b_1)$$

$A=(a_1, a_2, a_3, a_4)$ ve $B=(b_1, b_2, b_3, b_4)$ iki yamuk bulanık sayı olmak üzere bu iki sayı arasındaki fark $A \ominus B$ ile gösterilir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A \ominus B = (a_1- b_4, a_2- b_3, a_3- b_2, a_4- b_1)$$

2.2.8.3. Çarpma İşlemi

A üçgensel bulanık sayısının gerçek bir sayı ile çarpımı da yine bir üçgensel bulanık sayıdır ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\begin{aligned} r * A &= A * r = r(a_1, a_2, a_3) \\ &= (ra_1, ra_2, ra_3) \end{aligned}$$

$A=(a_1, a_2, a_3)$ ve $B=(b_1, b_2, b_3)$ iki üçgensel bulanık sayı olmak üzere bulanık çarpma işlemi \otimes ile gösterilir. Bu işlem yaklaşık sonuç verir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A \otimes B = (a_1.b_1, a_2.b_2, a_3.b_3), \quad (a_i, b_i \geq 0)$$

2.2.8.4. Bölme İşlemi

Yamuk bir bulanık sayının r gerçek sayısına bölümü $r \neq 0$ olmak koşuluyla, $1/r$ ile çarpımı şeklinde tanımlanır.

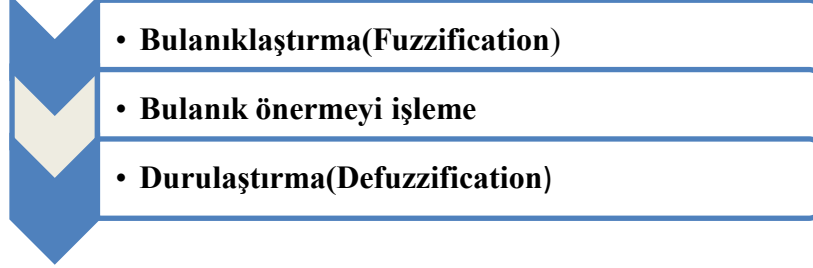
$$\begin{aligned} A/r &= (1/r)A = 1/r(a_1, a_2, a_3, a_4) \\ &= (a_1/r, a_2/r, a_3/r, a_4/r) \quad r \in \mathbb{R} \text{ ve } r \neq 0 \end{aligned}$$

$A=(a_1, a_2, a_3)$ ve $B=(b_1, b_2, b_3)$ iki üçgensel bulanık sayı olmak üzere bulanık bölme işlemi \oslash ile gösterilir. Bu işlem yaklaşık sonuç verir ve aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A \oslash B = (a_1/b_3, a_2/b_2, a_3/b_1)$$

2.2.9. Bulanık Mantık Süreci

Bir bulanık mantık işlem sürecinin elemanlarını ve aşamalarını Şekil 11'deki gibi gösterebiliriz (Öztemel, 2006:18) :



Şekil 11. Bulanık Önermeler Mantığının Elemanları ve Çalışması

(Öztemel, 2006:19)

2.2.9.1. Bulanıklaştırma

Çözülecek problem ile ilgili bulanık önerme değişkenlerinin ve karar verme kurallarının belirlenmesi ve üyelik fonksiyonunun oluşturulması işlemidir. 1 tam üyelik durumunu, 0 ise üye olmama durumunu gösterir, Bir aralıkta bulunabilecek öğelerin hepsinin 1'e eşit üyelik derecesine sahip olacak yerde, 0 ile 1 arasında değişik değerlere sahip olması düşünülür. Böyle olunca da, bazı öğelerin belirsizlik içerdikleri kabul edilir. Bu belirsizliğin sayısal olmayan durumlardan kaynaklanması halinde bulanıklıktan söz edilir(Şen,2004:32).

Kesin olan giriş değerleri, bulanıklaştırma işlemi sonucu bulanık biçimde ifade edilir, bulanıklaştırma sonucu elde edilen değişkenlere “dilbilimsel değişkenler” denilmektedir(Nabiyev,2005:680).

2.2.9.2. Bulanık Önerme İşlemi

Belirlenen bulanık önerme değişkenlerinin kurallarını kullanarak problemin çözüm alanını belirleme işlemidir. Genellikle üyelik fonksiyonlarının üst üste konulması sonucu kurallara göre ortak alanın bulunmasıdır. Eğer kurallar AND(VE) bağlacı ile bağlanmış ise

üyelik fonksiyonlarının küçük değeri, OR(VEYA) bağlacı ile bağlanmış ise o zaman üyelik fonksiyonlarının büyük değeri alınarak alan oluşturulur (Öztemel,2006:20).

2.2.9.3. Durulaştırma(Defuzzification)

Bir bulanık küme veya bulanık sayıyı tam sayıya dönüştüren süreçtir. Başka bir deyişle, bulunan çözüm alanından tek bir değer elde edilmesi işlemidir. Çünkü sonuçta ortaya tek bir yargı çıkmalıdır. Bulanık önermelerde genellikle üyelik değerinin en yüksek olduğu noktaya karşılık gelen değer, problemin çözümü olan tek değerdir. Bu alandan böyle tek bir değer belirlenmemesi durumunda en yüksek değerlerin ortalaması veya oluşan çözüm alanının ağırlık merkezine karşı gelen nokta çözüm değeri olarak alınır. Bu şekilde fonksiyonun değeri 0 ile 1'den ibaret değil, bunlar arasında herhangi bir değer de olabilir(Işıklı, 2008:7).

Pratik uygulamalarda, özellikle mühendislik plan, proje ve tasarımlarında boyutlandırmalar için kesin sayısal değerlere gerek duyulmaktadır. Yapılan çalışmalardaki bulanık değişken, küme, mantık ve sistemlerin bulanık olabilecek çıkarımlarının kesin sayılar haline dönüştürülmesi gerekir. Bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüne birden durulaştırma işlemleri adı verilir(Kahvecioğlu ve Kıyak, 2003:67).

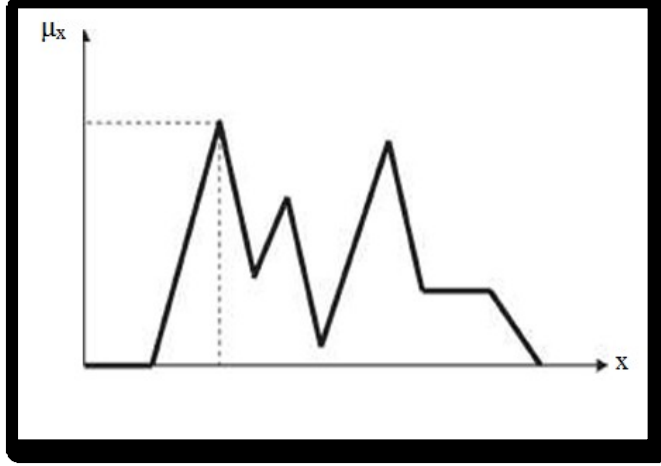
2.2.10. Durulaştırma Yöntemleri

Bir bulanık küme işlemi sonucundaki bulanık kümenin tek sayı haline dönüştürülmesi gerekebilir. Bu durumda bulanıklaştırma işleminin tersi olan durulaştırma işlemi yapılır. Bilim adamları birçok durulaştırma yöntemleri geliştirmiştir. Burada en yaygın yedi durulaştırma yöntemi hakkında bilgi verilecektir.

Durulaştırma yöntemlerinden hangisinin kullanılacağına, problemin türüne göre araştırmacının karar vermesi gerekir. Farklı kaynaklardan araştırılarak düzenlenmiş olan durulaştırma yöntemleri kısaca açıklanmaktadır(Çavdar,2009:94; Ross, 2004:90; Uğur, 2006:20; Xexeo,2012:21):

2.2.10.1. En Büyük Üyelik Yöntemi

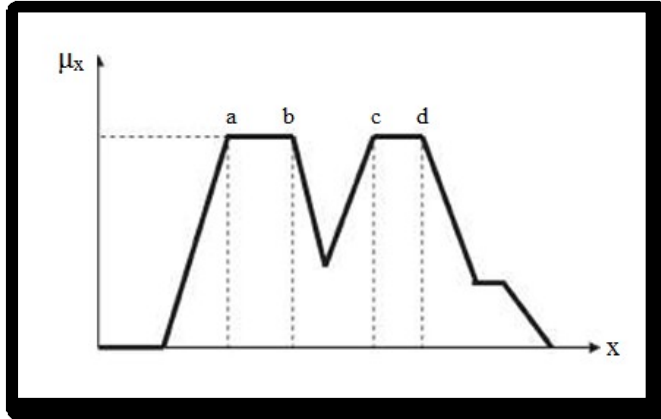
En yüksek üyelik derecesi sistemin üyelik derecesi olarak kabul edilir. Tepeleri olan bulanık çıktılar için uygundur.



Şekil 12. En Büyük Üyelik Yöntemindeki ilk en büyük üyelik durumu

2.2.10.2. Ortalama En büyük üyelik Yöntemi

Büyüklerin ortalaması alınarak bulunur. Birden fazla en büyük değere ratlanması durumunda uygundur. Aşağıda yer alan formülde görüldüğü gibi hesaplama yapılmaktadır.



Şekil 13. Ortalama En Büyük Değer Yöntemine Göre Durulaştırma

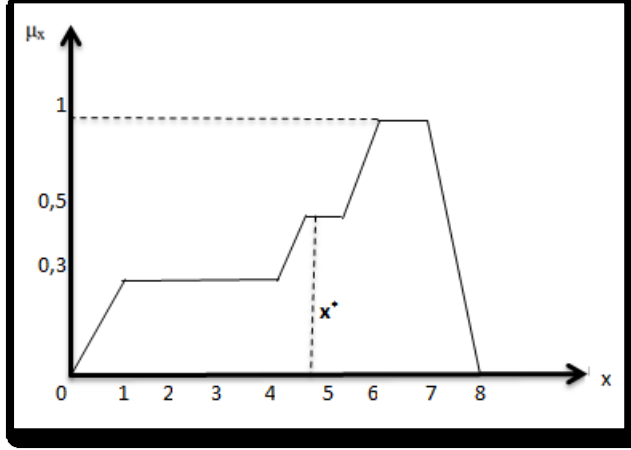
$$X^* = \frac{a+b+c+d}{4}$$

2.2.10.3. En Büyük İlk veya Son üyelik Derecesi Yöntemi

Tüm çıktıların birleşimi olarak ortaya çıkan bulanık kümede en büyük üyelik derecesine sahip olan en küçük(ilk) veya en büyük (son) değerın durulaştırma değeri olarak belirlenmesidir

2.2.10.4. Ağırlık Merkezi (Centroid) Yöntemi

Ağırlık merkezi yöntemi en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Yöntem ile oluşan çıkarım kümesinin şeklinin ağırlık merkezi bulunur ve keskin değer olarak bu merkeze karşılık gelen değer alınır. Oluşan her tür çıkarım kümesine çözüm bulması çok yaygın olarak kullanılmasının en önemli nedenidir.



Şekil 14. Ağırlık Merkezi Yöntemi ile Durulaştırma

İntegral yardımı ile hesaplanmaktadır. Şekil 14'e göre yapılan belirli integral yardımı ile aşağıda yer alan formül kullanılarak yapılan hesaplama sonucu x^* değeri 4,9'u vermektedir.

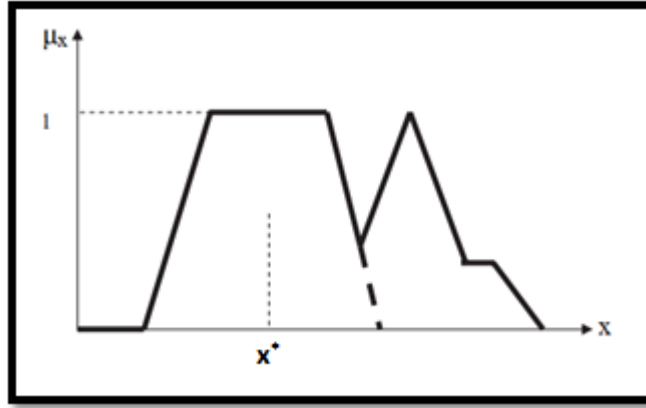
$$x^* = \frac{\int_x \mu_{\underline{A}_b}(x_i) \cdot x_i dx}{\int_x \mu_{\underline{A}_b}(x_i) dx}$$

2.2.10.5. Toplamların Merkezi Yöntemi

Birleşim yerine A1 ve A2 şeklinde birbirinden ayrı bulanık çıktı kümelerinin cebirsel toplamını içerir. Bu yöntemde kesişen alanlar iki kez eklenir. Bu yöntem ağırlıklı ortalama yöntemiyle benzerdir ancak ağırlıklı ortalama yönteminde ağırlıklar üyelik değerleri iken bu yöntemde ağırlıklar kendi üyelik fonksiyonlarının alanlarıdır.

2.2.10.6. En Büyük Alan Merkezi Yöntemi

Bu yöntem ağırlık merkezi yöntemi ile büyük benzerlikler taşır. Yöntem, bütün çıkarım kümelerinin dışbükey olması durumunda ağırlık merkezi yöntemi ile aynıdır. Bütün çıkarım kümelerinin dışbükey olmaması ve çıkarım kümesinin en az iki tane dışbükey alt bulanık kümesinin olması durumunda, en büyük alana sahip olanın ağırlık merkezi durulaştırılmış değer olarak ele alınır. Ağırlık Merkezi Yönteminde kullanılan formül kullanılarak en büyük alanın merkezi bulunmaktadır.



Şekil 15. En Büyük Alan Merkezine Göre Durulaştırma

2.2.10.7. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Bu yöntem asimetric çıktı üyelik fonksiyonları için kullanılamaz sadece simetrik çıktı üyelik fonksiyonları için kullanılabilir. Elde edilen çıktıda her üyelik fonksiyonunun en büyük üyelik değeriyle ağırlıklandırılması bu yöntemi şekillendirir.

Yong(2006:841) ile Kwong ve Bai(2003:622) ağırlıklı ortalama yöntemi ile durulaştırma için aşağıda yer alan formülü kullanmışlardır.

$$x^* = \frac{a_1 + 4a_2 + a_3}{6}$$

2.2.11. Bulanık Sayılarda Sıralama

Bulanık mantıkla karar almada, kriterler ve alternatiflerin aldıkları son değerler bulanık sayı olarak ortaya çıkmaktadır. Karar verebilmek için bu bulanık sayıların sıralanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan Bulanık Mantık çalışmalarında farklı sıralama yöntemleri kullanılmaktadır. Bu bölümde bu yöntemlerden bazıları hakkında kısaca bilgi verilecek ve uygulamada da kullanılacaktır.

2.2.11.1. Liou- Wang'ın Sıralama Yöntemi

Liou ve Wang (1992)'ın sıralama için önerdikleri teknikte bulanık sayıların toplam integral değeri ile sıralanması söz konusudur. Kullanılan üyelik fonksiyonunun tipi veya normalliğine bakılmaksızın iki bulanık sayı ve daha fazlası eş zamanlı olarak sıralanabilmektedir(Öztürk ve Başkaya,2012:144). Yöntemin algoritması aşağıdaki gibidir:

$\alpha \in [0,1]$ iyimserlik indeksi olmak üzere;

$\tilde{A}=(m, n, u)$ Üçgensel bulanık sayısı için, toplam integral değer şöyle hesaplanır:

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{A}) &= \frac{1}{2} \cdot \alpha(n+u) + \frac{1}{2} \cdot (1-\alpha) \cdot (m+n) \\ &= \frac{1}{2} \cdot [\alpha u + n + (1-\alpha) \cdot m] \end{aligned}$$

Burada iyimserlik indeksi olarak tanımlanan α , $[0,1]$ kapalı aralığında değer almaktadır. α büyüdükçe iyimser bir karar verici, küçüldükçe ise karamsar bir karar verici söz konusudur

2.2.11.2. Minimize ve Maksimize Setlerle Sıralama Yöntemi

Chou ve diğerleri (2011:1345), sıralama yöntemlerinin dezavantajlarını giderebilmek için revize edilmiş bir sıralama yöntemi geliştirmişlerdir.

Farklı bulanık sayılar için kolaylıkla hesaplanabilen değer, (a,b,d) üçgensel bulanık sayıları için şu şekilde formülize edilmiştir;

$$u_T^\alpha(i) = \frac{1}{2} \left(\alpha \left[\frac{d_i - x_{\min}}{d_i - b_i + x_{\max} - x_{\min}} + \frac{b_i - x_{\min}}{(b_i - d_i) + (x_{\max} - x_{\min})} \right] + (1 - \alpha) \left[\frac{a_i - x_{\min}}{(a_i - b_i) + (x_{\max} - x_{\min})} + \frac{b_i - x_{\min}}{b_i - a_i + x_{\max} - x_{\min}} \right] \right), \quad i = 1, 2.$$

2.2.11.3. Kareli Ortalama Yöntemi

Kareli ortalama sıfır ya da negatif sayıların bulunduğu durumlarda kullanılmaktadır. Burada bulanık sayının sınırlarından biri sıfır ya da negatif olma durumunda sıralamaya imkân verebilmektedir (Şengül ve Eren,2013) Bu yöntemde $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ üçgen bulanık sayısı için;

$$x^* = \sqrt{\frac{(a_1)^2 + (a_2)^2 + (a_3)^2}{3}}$$

2.3. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Gerçek hayatta birçok karar verme probleminin çözümünde etkin bir biçimde kullanılan AHP yöntemi, ikili karşılaştırmalar sürecinde gerçek sayıların kullanılması açısından eleştirilmiştir. Özellikle nitel faktörlerin karşılaştırılmasında gerçek sayıların kullanılması karar verici için önemli bir güçlüktür. Yapılan farklı çalışmalarda bu problemin aşılması için bulanık sayıların kullanılması önerilmiştir. Bu çalışmalarda karar verme sürecini etkileyen faktörler ve alt faktörler bulanık sayılar kullanılarak karşılaştırılmış ve bulanık öncelikler hesaplanmıştır. Belirlenen bulanık öncelikler değişik metotlarla

durulaştırılarak kesin sayılar ile faktör öncelikleri belirlenmiştir(Dağdeviren,2007:793).

Çok kriterli karar verme metotlarından biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi belirsizlik durumunda karar vermeye tam uygun olmadığından, bulanık mantıkla AHP birleştirilerek bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ortaya konmuştur. Karar verici genellikle kesin değerler içeren değerlendirme yapmak yerine, aralıklı değerlendirme yapmayı daha güvenilir bulacaktır (Göksu,2008:31).

Literatürde yer alan çeşitli yazarlar tarafından ortaya konmuş bir çok bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler, bulanık küme teorisini kullanarak alternatifler arasında seçim yapmada farklı bulanık algoritmalar geliştirmişlerdir.

Bulanık AHP ile ilgili ilk çalışma, 1983 yılında Laarhoven ve Pedrycz tarafından yapılmış, üçgensel üyelik fonksiyonları ile tanımlanmış bulanık oranlar karşılaştırılmıştır. 1985 yılında Buckley bulanık önceliklendirme konularında çalışmış ve yapay zeka teknikleri de geliştirmiştir. 1996 yılında Chang, bulanık AHP' ne yeni bir yaklaşım geliştirmiş ve üçgensel bulanık sayılardan oluşan genişletilmiş analiz yöntemini ortaya çıkarmıştır. Cheng 1997 yılında, deniz kuvvetlerinin kullandığı füze sistemleri için derecelendirilmiş üyelik fonksiyon değerlerine dayalı bir bulanık analitik hiyerarşi prosesi önermiş, klasik AHP metoduna farklı bulanık mantık işlemleri ekleyerek değişik ürün alternatifleri sunmuştur (Kahraman ve Ruan, 2004:175).

Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönteminin farklı bir algoritması vardır. Tablo 13'de, her bir yöntemin karakteristiği, avantaj ve dezavantajları görülmektedir.

Hem hesaplama kolaylığı hem de üçgensel bulanık sayılara uygulanabilirliği açısından, Chang'ın Bulanık AHP yöntemi en çok tercih edilen yöntemdir.

Çalışmamızın uygulama kısmında Chang'ın AHP yöntemi; Hata Türü ve Etkileri Analizinin girdileri olan risk faktörlerinin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılacağı için ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

Tablo 13. Bulanık AHP Metodlarının Karşılaştırılması

Kaynak	Metodun Ana Karakteristiği	Avantaj(A) Dezavantaj(D)
Van Laarhoven ve Pedrycz	Satty'nin üçgensel bulanık sayılar metodunun genişletilmiştir. Bulanık ağırlıkların ve performans skorlarının genişletilmesinde, Lootsma'nın en küçük kareler yöntemi kullanılır.	A: Çeşitli karar vericilerin fikirleri karşılaştırma matrisi ile modellenebilir. D: Lineer denklemlerde her zaman çözüm yoktur. D: Basit bir problem için bile yapılacak sayısal hesaplamalar çoktur. D: Sadece üçgensel bulanık sayılar için kullanılabilir.
Buckley	Saaty'nin AHP metodunun ikizkenar yamuk bulanık sayılarla genişletilmiş halidir. Bulanık ağırlıkları ve performans skorlarının türetilmesinde geometrik ortalama metodunu kullanır.	A: Bulanık duruma genişletme kolaydır. A: Karşılaştırma matrisine benzersiz bir çözüm garanti eder D: Sayısal hesaplamalar çoktur.
Boender ve arkadaşları	Van Laarhoven ve Pedrycz metodunu değiştirmiştir. Lokal önceliklerin normalizasyonunda daha güçlü bir yaklaşım sunmaktadır.	A: Çeşitli karar vericilerin fikirleri modellenebilir. D: Sayısal hesaplamalar çoktur.
Chang	Yapay derece değerleri Katmanları basit sıralama Toplam sıralamayı birleştirme	A: Sayısal hesaplama ihtiyacı daha azdır. A: AHP'nin aşamaları izlenir, ek işlemler gerektirmez D: Sadece üçgensel bulanık sayılara uygulanabilir.
Cheng	Bulanık standartlar yapılandırır. Performans skorlarını, üyelik skorları ile gösterir. Toplam ağırlığı hesaplar, entropi kavramlarını kullanır.	A: Çok fazla sayısal hesaplama ihtiyacı duyulmaz D: Entropi, olasılık dağılımı biliniyorsa kullanılabilir. D: Metodun temeli olasılık ve ihtimal ölçümlerine dayanmaktadır.

(Tüysüz ve Kahraman,2006,567)

2.3.1. Chang'ın Genişletilmiş Bulanık AHP yöntemi

Chang 1996 yılında, bulanık AHP'nin ikili karşılaştırma skalası için üçgensel bulanık sayıların kullanılması ve ikili karşılaştırmaların sentetik mertebe değerleri için mertebe analiz tekniğinin kullanılmasını içeren yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur.

Mevcut bulanık AHP yaklaşımlarının birçoğu karmaşık hesaplamalar talep etmekte ve az sayıda alternatif ve kritere sahip problemlerin çözümünde kullanılabilir. (Kaplan ve Arıkan, 2012:26).

Bu teknik, bir hedefin amaç doğrultusunda tatmin derecesini hesaba katmaktadır. Teknikteki mertebe, bulanık bir sayı ile sayısallaştırılmaktadır. Mertebe analizindeki her hedefe ait bulanık değerler ile bir sentetik derece değeri elde edilebilmektedir(Kahraman vd, 2003:147).

Chang'ın Bulanık AHP Tekniği'nin en avantajlı yanı, hesap gereksiniminin az olması ve klasik AHP'nin adımlarını izleyerek ilave işlem gerektirmemesidir. Dezavantajı ise sadece üçgensel bulanık sayılarda kullanılabilmesidir(Göksu ve Güngör, 2008:8).

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ nesnel kümesi ve $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ bir hedef kümesi olmak üzere, Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre; her bir nesne ele alınarak her hedef için g_i değerleri oluşturulur. Böylece her bir nesne için m genişletilmiş analiz değerleri;

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{şeklinde ifade edilebilir.}$$

Burada $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, m$) değerleri üçgensel bulanık sayıdır.

Chang'ın genişletilmiş analiz yönteminin adımları aşağıdaki gibidir(Bozbura ve Beskese, 2007:127; Erensal vd., 2006:2761; Kahraman vd, 2003:147; Kahraman ve Ruan, 2004:176):

1.Adım: i. nesneye göre bulanık yapay büyüklük değerlerini hesaplayabilmek için aşağıda yer alan formül kullanılır

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$$

$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i}$ ifadesini elde etmek için m değerleri üzerinde bulanık sayılarda toplama işlemi, belirli bir matris için aşağıdaki gibi gerçekleştirilir:

$$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right)$$

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$ ifadesini elde etmek için, ilk olarak $M^j_{g_i}$ ($J=1,2,\dots,m$) değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi yapılır:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{i=1}^n l_j, \sum_{i=1}^n m_j, \sum_{i=1}^n u_j \right)$$

Birinci adımın en son aşaması olarak da, hesaplanan vektörün tersi bulunur

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j} \right)$$

Daha basit bir anlatımla, nesne sayısı kadar satır toplamları için bulanık sayılarda toplama işlemi yapılmasından sonra, bulunan her bir satır vektörü alt alta yazılarak tekrar bulanık sayılarda toplama işlemi yapılır ve hesaplanan vektörün tersi alınarak ikinci adıma geçilir.

2. Adım: $M_1 = (l_1, m_1, u_1) \leq M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ ifadesinin olasılık derecesi aşağıdaki şekilde tanımlanır:

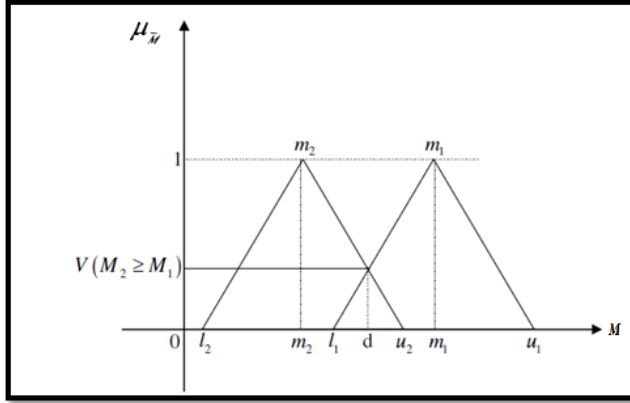
$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)) \right]$$

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ üçgensel bulanık sayılar olmak üzere;

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & , m_2 \geq m_1 \\ 0 & , l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

ifadesi elde edilir. Aşağıda yer alan şekil 16'da görüldüğü gibi, $V(M_2 \geq M_1)$ ifadesi, $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ üçgensel bulanık sayılarının kesişim noktasının ordinatıdır.

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin ikisinin de bulunması gerekir.



Şekil 16. M_2 ve M_1 Üçgensel Bulanık Sayılarının Kesişimi

3. Adım: Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin k konveks sayıdan M_i ($j= 1,2,...k$) daha büyük olması aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] \\ = \min V(M \geq M_i), i= 1,2, \dots, k$$

$k=1,2, \dots, n$; $k \neq j$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olarak alınırsa, ağırlık vektörü aşağıdaki şekilde elde edilmiş olur:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$$

Burada A_i ($i=1,2, \dots, n$) n elemandan oluşur.

4. Adım: Yukarıda verilen ağırlık vektörü; her bir değer, toplama bölünmesi ile normalize edildiğinde:

$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$ şeklindeki bulanık bir sayı olmayan ağırlık vektörü bulunur.

2.4. Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi

KFG uygulamada hala bazı dezavantajlara sahiptir. KFG takımı müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki ilişki ile ilgili genellikle subjektif olarak karar verirler.

Teknik karakteristikler ile ilgili de kesin bilgi eksikliğinden ötürü, genellikle geçmiş deneyimlerden yararlanırlar. Bunların da ötesinde ürün dizaynı ile ilgili bilgiler genellikle belirsizdir(Chen ve Weng,2003:559).

Karar verme sürecinde karar verici genellikle problemler ve belirsizlikler ile karşılaşır. Bu belirsizliklerle baş edebilmek için de olasılık teorisine dayanan araçlara başvurmaları gereklidir. Karar verici kesin kararlar vermede zorlanabilir. Gerçek hayatta evet ve hayır dışında da cevaplar (Bulanık veriler) mevcuttur. Kişilerin sahip olduğu fikirler sözel veriler halindedir (Bavilacqua vd,2006:18).

KFG'ndeki Müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki ilişki de genellikle belirsiz ve karmaşık değerlendirmeler ile subjektif olarak belirlenmektedir. Bununla birlikte, bu ilişki kesin değerlerle ve sözel ölçeklerle gösterilmektedir. Kalitenin doğasında da bulunan bu belirsizliği ortadan kaldırabilmek amacıyla literatürde KFG'yi diğer yöntemlerle birleştiren çalımsalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerin başında bulanık küme teorisi gelmektedir.

Örneğin, teknik karakteristikler ve müşteri ihtiyaçları arasındaki “zayıf”, “orta”, “güçlü” gibi sözel ifadeler 1-3-9 ya da 1-5-9 ölçeği ile ifade edilmektedir. Müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki belirsizlik problemlerinin giderilmesi için araştırmacılar, bulanık mantık yöntemini benimsemişlerdir (Chen ve Ko,2009:634).

Kalite evinin tamamlanması ve matris üzerinden karşılaştırmalar yapılması karmaşık bir hal alabilir. Bu nedenle, kalite evi sürecinin sistematik bir şekilde yerine getirilmesi gereklidir.

Kalite evinde yer alan bilgilerin birçoğu algılardan ve sözel verilerden oluşmaktadır. Bunlar belirsiz ve subjektif verilerdir. Hem müşteri sesleri (voice of customers), hem de teknik elemanların sesleri belirsizlikler içermektedir. Bu gibi belirsizliklerin beraberinde getireceği dezavantajları gidermek için, birçok çalışmada bulanık Mantık(fuzzy logic) uygulaması karşımıza çıkmaktadır. Bazı çalışmalar sadece müşteri sesi kısmına bulanık mantığı dahil ederken, bazı çalışmalarda kalite evinin teknik karakteristikler bölümünde de

bulanık mantık karşımıza çıkmaktadır (Wu ve Chan, 2005:120). KFG'nin dezavantajlarını gidermede bulanık mantığın sağladığı faydaları gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Kalite fonksiyon Göçerimi yönteminde bulanık mantık prensiplerinden yararlanmaya yönelik ilk çalışmalardan biri Khoo ve Ho(1996) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada KFG ile ilgili olarak mevcut çalışmaların, KFG sürecindeki belgelendirme işlemlerinin basitleştirilmesi ve bilgisayarlılaştırma üzerine odaklanıldığı, sözel değişkenlerin anlamlarını anlamaya yönelik çabaların ihmal edildiği belirtilmiştir ve belirsizliğe yönelik olarak olasılık teorisi ve bulanık aritmetik tabanlı KFG uygulaması geliştirilmiştir.

KFG uygulamasında bulanık mantığa yer veren diğer bir çalışma da Temponi vd.(1999) tarafından yapılmıştır, teknik özellikler arasındaki etkileşimin tanımlanması ve müşteri ihtiyaçları ile teknik karakteristikler arasındaki dolaylı ilişkilerin belirlenmesinde bulanık mantıktan yararlanılmıştır.

Zaim ve Şevkli(2002), yaptıkları çalışmalarında, KFG sürecinde topladıkları verilerin belirsizliğini ortadan kaldırmak için, KFG'ni bulanık mantık ile birlikte kullanmışlardır ve klasik KFG ile bulanık KFG sonuçlarını karşılaştırdıklarında, yeni şampuan için teknik karakteristiklerin önem sırasını farklılıklar ortaya koymuşlardır.

Lin vd. (2004), yaptıkları çalışmada dijital kameranın dizaynı ile ilgili müşteri ihtiyaçlarını ve teknik karakteristikleri belirledikten sonra, klasik KFG sonuçları ile bulanık sonuçları karşılaştırdıklarında teknik karakteristiklerin toplam skorlarının bulanık sonuçlarda farklılık gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Lee ve Lin (2006), uluslararası lojistik sistemleri ile ilgili yaptığı çalışmalarında KFG ve bulanık mantığı birlikte kullanarak hava yolları lojistik sistemindeki rekabet göstergeleri ile ilgili farklı sonuçlar ortaya koymuşlardır.

Büyüközkan vd. (2007), arabanın bagaj kapağı ile ilgili müşteri ihtiyaçlarını teknik karakteristiklere dönüştürebilmek için KFG'ni uygulamışlar ve KFG verilerinde belirsizlikleri gidermek için de üçgensel bulanık sayıları kullanarak KFG'ne bulanık mantık

uygulamışlardır

Sattarov(2008), beyaz eşya sektöründe gerçekleştirdiği KFG uygulamasında bulanık mantığın KFG'nin eksikliklerini ortadan kaldırmada yardımcı olduğunu ileri sürmektedir.

Liu(2009) çalışmasında; ürün planlamadan parça yerleştirimine kadar uzanan genişletilmiş bir Kalite Fonksiyon Göçerimi uygulamayı amaçlamış ve her parçanın bulanık önem düzeylerine Bulanık Mantık yaklaşımını uygulamış, Çalışmada firmanın mevcut ürünlerinin performansını ölçmek amacıyla toplanan sözel veriler bulanık sayılar haline getirilmiştir. Üyelik fonksiyonlarını belirlemede üçgenel bulanık sayılar kullanılmıştır.

KFG müşteri ihtiyaçlarından yola çıkarak teknik karakteristiklerin belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Kalite Fonksiyon Göçeriminin kısıtlarını gidermede kullanılan yaklaşımlardan birinin bulanık mantık yaklaşımı olduğundan söz edilmiştir. Bu kısıtları gidermede diğer bir yaklaşım da, KFG'nin HTEA(Hata Türü ve Etkileri Analizi) ile bütünleştirilmesidir.

Hiç önemsenmeyen ya da düşük önem derecesine sahip olan teknik karakteristikler, ciddi hataların ortaya çıkmasına sebep olabilir. Ayrıca maliyeti en yüksek olan teknik karakteristikler de riskleri minimuma indirecek karakteristikler olmayabilirler. Bu nedenle teknik karakteristiklerin beraberinde getireceği ya da karşılanmadığı zaman ortaya çıkabilecek risklerin önceden tespit edilebilmesi için bir analize daha ihtiyaç vardır. Ortaya çıkması muhtemel hataların önceden belirlenmesi ve bu hataların risk öncelik puanlarının hesaplanabilmesi için HTEA de çalışmaya dahil edilecektir.

2.5. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)

Herhangi bir hizmet veya ürünün tasarımından üretimine ve müşteriye sunuluşuna kadar geçen sürede oluşan hatalar, istenmeyen bir durumdur. Ancak; tasarlayan insan olduğunda aslında hata kaçınılmazdır. Asıl problem, hatadan ders almamak, ilerlemesine ve maliyetinin daha da yükselmeden önlenmesini sağlamamakta yatmaktadır. Diğer taraftan hata sektörden sektöre de ciddiyeti açısından fark yaratmaktadır. Örneğin; herhangi bir

otomobilin motorunda üretimden kaynaklanan bir hata, en fazla otomobilin durmasına neden olurken, bir uçağın motorundaki hata yüzlerce insanın hayatına mal olabilir. Sonuçta her iki ürünü üreten şirketin de hata sonucu oluşan mali kayıpları olacaktır. Ancak uçak üreten firmanın belki de iflasına neden olacaktır.

Bu perspektiften bakıldığında, hatanın müşteriye yansımadan önce çözümlenmesi firmanın pazar kaybı dolayısı ile göğüslemesi gereken maliyeti azaltacağı kuşkusuzdur. Diğer taraftan üretim sırasında oluşan hatanın da üretimin mümkün olduğunca erken aşamasında ortadan kaldırılması üretim maliyetini minimize edecektir(<http://enm.blogcu.com/alti-sigma-ve-toplam-kalite-yonetimi-tezi-26/3163142>).

2.5.1. HTEA Tanımı

Hata Türü ve Etkileri Analizi, potansiyel ürün ve süreç hatalarını ortaya çıkararak ürün dizaynının ve süreç planlamasının geliştirilmesini sağlayan etkin bir araçtır. Böylelikle koruyucu önlemler erken aşamalarda alınabilir (Ching ve Chang, 2001: 212).

Günümüzün rekabet ortamında hata yapmak için tolerans hemen hemen yoktur denilebilir. Dolayısı ile yeni bir ürünü ortaya çıkarmadan, bir süreci değiştirirken veya bir projeyi ele alırken başarı faktörlerini sağlamak için mutlaka hata risklerini en aza indirmek istenir. Başarı tesadüfen oluşmadığından hataları önlemek için analiz tekniklerini kullanmak gerekir.

Hata Türleri ve Etkileri Analizi ürün ve süreç tasarımında yaygın olarak kullanılan popüler bir önleyici faaliyet tekniğidir. Bu tekniğin kullanılması ile olası problem kaynakları, oluşmadan önlenmektedir(www.Kalder.org).

Hataların önlenmesine yönelik olarak yapılan çalışmalarda eski ve yeni düşünce sistemlerini karşılaştırınca Tablo 14'deki durum elde edilir(Akın, 1998:13):

Tablo 14. Hataların Önlenmesinde Eski ve Yeni Düşünce Karşılaştırması

Eski Düşünce Şekli	Yeni Düşünce Şekli
Iskartaların gözlenmesi	Iskartaların önüne geçilmesi
Güvenilirliğin ortaya konması	Güvensizliğin azaltılması
Problemlere çözüm üretilmesi	Problemlerin önlenmesi

Üretimde kullanılan bozuk malların yaratacağı maliyetin ölçülmesi güç olacağı gibi bu mallarla üretilen ürünlerin tüketiciye sunulması işletmenin imajını ve güvenilirliğini de olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle üretim sürecinin her aşamasının müşteri gözüyle incelenerek hataya neden olabilecek her türlü etkenin önceden belirlenmesi ve bu hataların oluşmadan ya da en azından tüketiciye ulaşmadan fark edilerek önlem alınması işletmeyi pazarda sağlam bir konuma taşıyacaktır (Yılmaz,2000:145). Bu bağlamda ürünün veya prosesin güvenilirliğini sağlamak için hata türlerini ve ürün ya da prosese etkilerini müşteriye ulaşmadan belirleyecek bir risk analizine ihtiyaç vardır. Bu konuda kullanılan en yaygın teknik de HTEA'dır

Kısa bir tanım yapılırsa; HTEA, sistem, tasarım, proses veya serviste oluşabilecek hataların(problemler, yanlışlıklar, riskler vb.) değerlendirmesini yapan özel bir metodolojidir (Akın,1998:12).

Hata Türü ve Etki Analizi üretim aşamasında ürün ve proseslerde risklerin önlenmesine odaklanan ve bu faaliyetleri belgelere döken bir tekniktir. Hata Türü ve Etki Analizi, ürün, tasarım ve hizmet gibi incelemeye konu olan süreçte potansiyel hata türlerinin belirlenmesi ve tespit edilebilirlik ve şiddet derecelerine göre bu hata türlerinin sınıflandırılması için kullanılmaktadır. Kalitesizliği önlemeye yöneliktir ve üründe hata oluşturacak potansiyel risklerle ilgilenmektedir.

Hata Türü ve Etki Analizi olası hata türlerini ortaya çıkararak her birinin yol açacağı sonuçları (etkileri) ve bu sonuçların ciddiyetini belirlemeyi amaçlamaktadır (Yılmaz,2000:133).

HTEA, prosesin ve onun fonksiyonlarının tanımlanması ile başlar, ikinci aşama ise; potansiyel hataların tanımlanması aşamasıdır. Daha sonra her hata türünün olası etkileri tanımlanır. Bir sonraki aşamada, her bir hata türü için şiddet, ortaya çıkma olasılığı ve tespit edilebilirlik puanları atanır. Son olarak bu üç puanın çarpılması ile her hata türü için Risk öncelik Puanları(RÖP) elde edilir. Risk öncelik sayılarına göre sıralanmış hata türleri için gerekli önlemler tavsiye edilir ve ürün müşteriye ulaşmadan hataların önüne geçilmiş olunur(Tanık, 2010:410).

2.5.2. HTEA'nin Tarihçesi

HTEA ilk defa ABD'de 1950'lerin başında uçuş kontrol sistemlerinin gelişiminde kullanılmaya başlanmış ve daha sonra 1960'lı yıllardan sonra ABD'de havacılık sanayiinde sistemli olarak uygulanmıştır. Sivil sektörde ilk önce Ford tarafından otomotiv sektöründe geliştirilmiş ve 1972 yılından sonra bu firma tarafından etkin ve geniş kapsamlı olarak uygulamaları yapılarak, oldukça faydalı sonuçlar elde edilmiştir(Akın, 1998:12).

1949'da ilk olarak "Hata Türleri, Etkileri ve Kritiği Analiz Etmek için, "Prosedürler el kitabı" yayınlanmış, sistem ve ekipman arızalarının etkilerini belirleyecek güvenilirlik analiz tekniği olarak geliştirilmiştir(Baykasoğlu,2003:157'den Aktaran, Eleren,2007:8).

1988 yılında Uluslararası Standartlaştırma Örgütü iş yönetimi standartları üzerine ISO 9000 serisini ortaya çıkarmıştır. ISO 9000 standardının gerekleri işletmeleri, tüketicinin istekleri, gereksinimleri ve beklentileri doğrultusunda Kalite Yönetim Sistemleri geliştirmeye itmiştir. ISO 9000'in otomotiv sektöründeki karşılığı olan QS 9000, bu alanda faaliyet gösteren firmaları kalite sistemlerini standartlaştırma çabasına sokmuştur. Bunun için otomotiv sektöründeki firmalar, Hata Türü Etki Analizi'ni de içeren İleri Ürün Kalite Planlaması (Advanced Product Quality Planning - APQP) uygulamakta ve Kontrol Planı oluşturmaktadır (Yılmaz,2000:137).

Şubat 1993'te Otomotiv Endüstrisi Faaliyet Grubu (AIAG) ve Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu (ASQC) endüstri çapında Hata Türü ve Etki Analizi standardı oluşturmuştur. Bu standart HTEA yapısı QS 9000 standardının geliştirilmesinde işbirliği

yapan Chrysler, Ford ve General Motors şirketleri tarafından kabul edilmiştir ve desteklenmektedir (Yılmaz,2000:137).

2.5.3. HTEA'nin Girdileri

Hata Türü: Bir sistemin fonksiyonlarını yerine getirememesi durumu veya anormal işleyişidir, fiziksel özellikler ile tanımlanır. Hata türü, genellikle hatanın ortaya çıkma türü ve sistemin çalışmasındaki etkisinin tanımını içerir

Sistemlerde arıza veya hatalara neden olan mekanizmalar bir bütünlük içerisinde meydana gelen rastsal olaylar olabilir; örneğin; bir otomobil lastiğinde patlak ya da yan yüzey kusurları gibi. Ayrıca bir sistemin ayrı ayrı parçaları olabilir; örneğin; bir bilgisayarın değişik ünitelerindeki (hafıza, disk driver veya klavye) arızalar gibi (Bektaş,2007:28).

Hata türleri listelenirken uzun bir liste hazırlanmalıdır. Eğer ürün tamamen yeni bir ürün ise; bu aşamada HTEA takımının deneyimi ve konuya yakınlığı önemli rol oynar. Belirli bir parçanın her bir fonksiyonu için hata türleri listelenir. Hatanın mutlaka gerçekleşmiş olması gerekmez, çok düşük de olsa, gerçekleşme olasılığının olması değerlendirilmeye alınması için yeterlidir (Taşan, 2006:59).

Hata türleri beş hata kategorisinden birine ait olabilir(Söylemez,2006:26):

- Tam Hata
- Kısmi Hata
- Aralıklı Hata
- Zamanla oluşan Hata
- Kullanımda ortaya çıkan Hata

Hataların beş gruba ayrılmasının amacı HTEA takımının tüm olası hata türlerini tanımlayabilmesini sağlamaktır.

HTEA potansiyel ve bilinen hataları tanımlamanın yanı sıra, her bir hatanın etkilerini ve nedenlerini de tanımlar. Bu hatalar risk unsurlarına göre öncelik sırasına dizilirler ve bu sıraya göre hangi hataların öncelikle düzeltileceğine karar verilir. Ancak bir

hata türünün önceden tahminlenebilmesi durumunda çözüm planlanabilir. (Sherwood ve Shu, 2000;6).

Hata Türü ve Etkileri Analizi, ürün, proses veya hizmette takım çalışması yapılarak aşağıda yer alan konulara odaklanmalıdır(Yılmaz,2000:139):

- Hatanın bulunması,
- Hatanın risk önceliğinin saptanması,
- Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi
- Hatanın müşteriye ulaşmadan engellenmesi,

Hataların Etkisi: Gerçekleşmesi olası hatalar üzerinde çalışarak, hata veya hataların üretim prosesi, servis veya diğer parçalara yansması ve tümünün performansı üzerindeki etkisi belirlenir(Akın, 1998:15).

Bir hatanın muhtemel etkisi, bir müşterinin hissiyat ifadesidir. Hata etkisi hata şekliyle bağlantılı olup, her bir hata şekliyle neden olunan, sistemin fonksiyonelliğindeki değişikliği gösterir. Olası hata etkisi, hatanın ortaya çıktığı kabul edildiğinde, müşterinin neyin farkında olacağı ile ilgilidir. Buradaki müşteri bir sonraki bölüm ya da işlem yapacak kişi veya son kullanıcı olabilir(Baysal ve Başkan,1999:150).

Hata etkisi, hata türüyle bağlantılıdır. Etki, her bir hatanın neden olduğu sistem fonksiyonundaki değişikliği gösterir. Hata etkisi, hatanın ortaya çıkmasıyla oluşan müşteri üzerindeki sonuçları tanımlar. Uygulamada genellikle müşteri, son müşteri olarak alınır. Hata etkisi, "hata türü ortaya çıkarsa ne tür sonuçlara yol açar?" sorusu sorularak genellikle işletmelerin araştırma ve kalite bölümü tarafından belirlenir.

Hataların Kritikliği: Hatanın ortaya çıkma ve müşteriye ulaşmadan bu hatanın saptanabilmesi ihtimallerinin çarpımıdır. Ek kalite planlaması gerektiren hataların önceliklerini belirlemede kullanılır.

Tespit Edilebilirlik: Tasarım kontrolleri kullanılarak, bileşen/alt sistem veya sistemin olası hata türlerinin ortaya çıkarılabilme yeteneğidir. Hata olmuş gibi varsayılarak, geçerli tasarım kontrollerinin hatayı müşteriye gitmeden önce keşfedebilme ölçütleri

değerlendirilir(Taşan, 2006:69).

2.5.4. Hata Türü ve Etkileri Analizinin Çeşitleri

HTEA'ni 4 başlık altında incelemek mümkündür:

Sistem HTEA: Tasarım ve kavramların ön aşamalarında sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistem ve eksiklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeye odaklanır (Akın,1998:21). Süreç değişiklikleri sırasında oluşturulan gerçekçi bir belgelendirme sistemi gelecekte geliştirilecek olan üretim ve montaj süreç tasarımları için rehberlik eder. Hataların potansiyel nedenleri burada biraz farklılık gösterir. Hatalar direkt müşteri ile temas sonucu oluşurlar. Kaza ile kırılan parçalar, teknik hatalar, elektrik hataları ve ürün üzerindeki kontrolün kaybolması vb.

Tasarım HTEA: Yeni ürünler ve prosesler planlandığı zaman, mevcut planlar ve dizaynlar değiştirileceği zaman HTEA kullanılabilir. Yeni bir ürünün dizaynında ürün henüz imalata ulaşmadan, ürün fonksiyonları tanımlandıktan sonra oluşturulmalıdır (Akın,1998:19). Tasarım HTEA; tasarım eksikliklerinin üstesinden gelmek için, süreç kontrolü yapmaz. İmalat ve montajın fiziksel ve teknik limitlerini dikkate alır(Chrysler,2008:17).

Süreç (Proses) HTEA: Üretim sırasında herhangi bir hata oluşuyorsa, prosesin(sürecin), neden bu hatayı meydana getirdiğini incelemek için yapılır (Akın,1998:19). süreç HTEA; bir süreç geliştirilirken geçmişteki tecrübe ve endişelere dayanarak ve ters gidebileceği varsayılarak her bir konunun analizinin yapılmasıdır. HTEA yönteminin amacı üretim sürecinin zayıf noktalarını belirlemek ve düzeltmek için önlemler almaktır

Süreç HTEA, imalat sırasında ürüne ve sürece şu katkılarda bulunmaktadır

(Söylemez,2006;23):

- Yeni üretim ve montaj süreçlerinin incelenmesine yardım eder,
- Olabilecek üretim hata ve hata etkilerinin göz önünde tutulmasını sağlar,
- Hatalı ürünlerin üretilme olasılığını azaltmak için kontrollere veya hataları keşfetmek için çeşitli yöntemlere mühendisleri ve çalışanları odaklayarak sürecin olumsuzluklarının ortaya çıkmasını sağlar,

- Kritik ve önemli özellikleri belirler, iyileştirme faaliyetleri için öncelik sırası yaratır,

Tablo 15. Tasarım HTEA ve Süreç HTEA Arasındaki Farklar

Tasarım HTEA	Süreç HTEA
Ürünlerin seri üretimine geçmeden önce tasarımında kullanılır.	Üretim ve montaj süreçlerinin tasarımında kullanılır.
Tasarım hatalarından kaynaklanan ürünler üzerindeki performans düşüren potansiyel hata türleri ile ilgilenir	Üretim ve montaj hatlarından kaynaklanan performans düşüren potansiyel hata türleri ile ilgilenir.

(Söylemez,2006;26)

Hizmet HTEA: Hizmeti müşteriye ulaşmadan önce analiz etmekte kullanılır. Hizmet HTEA sistem ve süreç eksikliğinden kaynaklanan hata türlerini dikkate alır. Hizmet HTEA ilk hizmet öncesi, potansiyel ve bilinen hata türlerini önlemleriyle birlikte ortaya koyan bir analiz veya metottur.

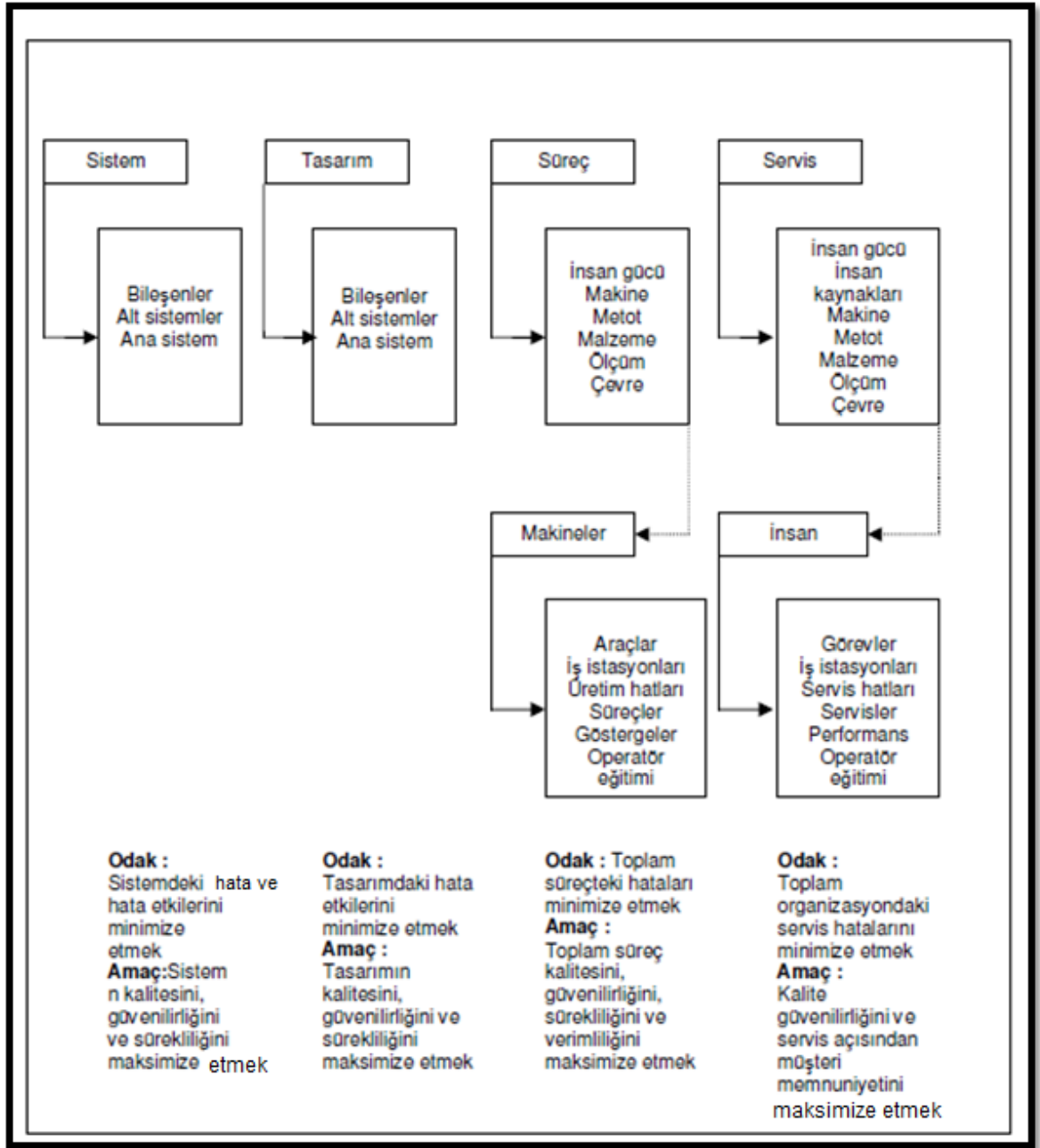
Bir hizmet HTEA genellikle işçi, makine, metot, malzeme, ölçme ve çevre faktörleri göz önünde bulundurularak birbirleriyle etkileşimli bir şekilde gerçekleştirilir. Bu sayılanlar kendi başlarına veya birbirleriyle olan etkileşim sonucu hata oluşumuna doğal olarak neden olabilecek bileşenlerdir. Bununla birlikte hizmet HTEA, karmaşık ve zaman harcanmasına yol açan bir tekniktir. Servis HTEA‘ da hatanın asıl sebebini tanımlamak için sık sık hizmetin tekrarı gerekir (Şamur; 2005,12).

Bunların dışında literatürde geçen diğer HTEA türleri aşağıdaki gibidir (Bektaş,2007:13):

FMECA (Failure Mode, Effects, Criticality Analysis): Bütün muhtemel hata türlerini ve bunların servise ve ürüne etkilerini dikkate alır. Standart HTEA adımlarıyla başlar, hataların etkisinin ve alınan aksiyonların bedelini dikkate alır.

d-FMEA: Ürünün başarısız olması durumundaki değer kaybını belirler. Dizayn sürecinde bunu engellemeye çalışır.

p-FMEA: Prosesin başarısız olması durumundaki değer kaybını belirler ve prosesi kontrol ederek bunu engellemeye çalışır.



Şekil 17. HTEA'nin 4 Türü ve Aralarındaki ilişki

(Söylemez, 2006:19)

2.5.5. HTEA'nin Aşamaları

HTEA'nin aşamalarını, hazırlık çalışmalarından, doğrulama'ya kadar on başlık altında açıklamak mümkündür.

2.5.5.1. Hazırlık Çalışmaları

HTEA'ne başlamadan önce gereksiz maliyetlerin ve karmaşanın ortaya çıkmasına engel olmak amacı ile bir hazırlık çalışmasının yapılması gerekmektedir. Analize başlamadan önce, analizden kimlerin ne şekilde sorumlu olacağını belirlemek, analize başlamadan ekibin kurulması ve görevlerinin belirlenmesi, beyin fırtınası ile bir hazırlık planının hazırlanması önem taşımaktadır. Çünkü HTEA bir takım çalışmasıdır ve bireysel olarak gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Tasarım veya süreç mühendisi HTEA formunu doğru bir şekilde doldurabilir fakat bireysel eğilimler HTEA çalışmasından yanlış sonuçlar alınmasına neden olacaktır. HTEA projeleri, projeye uygun bir takım tarafından yürütülür.

2.5.5.2. Hata Türlerinin Belirlenmesi

Bu aşamada, kapsam içerisine giren tüm fonksiyonlar tanımlanır ve bu fonksiyonlarda ortaya çıkabilecek hata türleri öngörülme çalışılır. Eger hatalar sürecin ilk aşamalarında tanımlanabilirse; değişiklik için gereken maliyet minimum düzeyde tutulurken, güvenilirlik üzerine etkisi de çok tatmin edici olabilir.

Analiz ekibi, olası hata türlerini belirlemeye çalışırken aşağıdaki sorular üzerinden gidebilir(Taşan,2006:59):

- Tasarım, arzu edilen fonksiyonunu yerine getirirken hangi şekillerde hata verebilir?
- Ne yanlış gidebilir?
- Fonksiyon test edilirken hata türü nasıl farkına varılabilir?
- Tasarım nerede, nasıl ve hangi çevresel koşullar altında çalışacak?
- Tasarım diğer sistemler ile nasıl etkileşime girecek?

Hata türlerinin belirlenmesi aşağıdaki iki yaklaşım yolundan birisi ile yapılır(Bektaş,2007:29):

Fonksiyonel Yaklaşım: Her bir parçanın, fonksiyonlarının ve fonksiyon kaybına neden olan hata türlerinin listelenmesini içerir. Fonksiyonel yaklaşım en çok parça tasarım ayrıntılarının henüz tam olarak belli olmadığı, tasarım başlangıç safhasında kullanılır.

Donanım Yaklaşımı: her bir parçanın ve parçanın olası hata türlerinin listelenmesini içerir. Donanım yaklaşımı daha çok, ayrıntılı parça tasarım belgeleri mümkün olduğu zaman kullanılır.

2.5.5.3. Hata Türlerinin Etkilerinin Belirlenmesi

Fonksiyonlar ve hata türleri belirlendikten sonra HTEA sürecindeki aşama hata türü oluştuğunda gerçekleşebilecek potansiyel sonuçları tanımlamaktır. Bu, takımın yapacağı bir beyin fırtınası faaliyetidir.

Hata etkisi, hata türüyle bağlantılıdır. Etki, her bir hatanın neden olduğu sistem fonksiyonundaki değişikliği gösterir. Hata etkisi, hatanın ortaya çıkmasıyla oluşan müşteri üzerindeki sonuçları tanımlar. Uygulamada genellikle müşteri, son müşteri olarak alınır. Hata etkisi, "hata türü ortaya çıkarsa ne tür sonuçlara yol açar?" sorusu sorularak genellikle işletmelerin araştırma ve kalite bölümü tarafından belirlenir(Söylemez,2006:35).

2.5.5.4. Tespit Edilebilirlik (Saptama) Değerinin Belirlenmesi

Hatanın keşfedilebilirliği, hatanın son kullanıcıya ulaşmaması olasılığı veya işletmenin uyguladığı kontrol işlemlerine bağlı olarak hatayı yakalayabilme yeteneğidir.

Hatanın keşfedilebilirliği bir başka ifade ile benzer durumdaki kontrol yöntemlerinin uygunluk ve etkinlik açısından derecelendirilmesidir. Tespit edilebilirlik yeterince sağlanabiliyor olsa bile, fazla miktarda kontrol etmenin maliyet ve zaman açısından yük getirdiği düşünüldüğünde hatanın ortaya çıkma olasılığını azaltıcı çalışmalar yaparak, kontrol sayısını azaltmak en etkin yoldur (Erginel, 2003;25).

Yüksek tespit edilebilirlik puanı, keşfetme yeteneğinin düşük olduğu anlamına gelir. Bu durum bazen yanlış anlaşılmalara neden olmaktadır. Çünkü çoğunlukla tespit edilebilirlik hatanın yakalanma olasılığı olarak algılanmaktadır.

Tespit edilebilirlik puanı ne kadar yüksek olursa, hatanın yakalanma olasılığı ve

buna bağlı olarak da risk o kadar yüksek olur.

Tablo 16. Hatanın Tespit edilebilirlik (Saptanabilirlik) Değeri

Tespit edilebilirlik	Tespit edilebilirlik durumu	Değeri
Tespit edilemez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın, tespit edilebilirliği mümkün değil	10
Çok az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın, tespit edilebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın, tespit edilebilirliği uzak	8
Çok düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği orta	5
Yüksek ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği yüksek	3
Çok yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği hemen hemen kesin	1

(Pillay ve Wang,2003 den aktaran Durhan,2006:58)

2.5.5.5. Olasılık Değerinin Belirlenmesi

Olasılık, hata nedenleri içinden hataların oluşma olasılığının puanlandığı, olasılık (O) değeri belirlenmelidir. Bu puanlama da yine 1 ila 10 arası değişen bir skaladan hatanın oluşma olasılığına göre seçilir.

Bu oranın büyük olması hata ortaya çıkma olasılığının az olduğunu gösterir. Hata nedeninin oluşma olasılığı istatistiksel yöntemlerden yararlanarak belirlenir. Her bir hata nedeninin , hata türünün oluşmasına etkisini ise varyans analizi, Taguchi teknikleri, Bayes

analizi gibi istatistiksel yöntemlerle veya benzer ürünlerin verilerinden yararlanarak belirlemek mümkündür. Veri tabanları oluşturulmamışsa ve hesaplama yöntemleri kullanılmıyorsa, grup üyelerinin deneyimlerinden yararlanılarak olasılık değerlerinin tahmin edilmesi yoluna gidilir(Taşan, 2006:65).

Tablo 17. Hatanın Olasılık Değeri

Olasılık	Değeri	Oran	Kriter
Yok gibi	1	$\leq 1/1.500.000$	Daha önce gerçekleşmemiş
Uzak ihtimal	2	1/150.000	Çok çok nadiren gerçekleşmiş
Çok düşük	3	1/15.000	Çok az sayıda meydana gelmektedir
Düşük	4	1/2000	Ara sıra bazen oluşmaktadır
Az	5	1/400	Az sayıda meydana gelmektedir
Orta	6	1/80	Orta sıklıkta gerçekleşmektedir
Biraz yüksek	7	1/20	Biraz yüksek sayıda gerçekleşmektedir
Yüksek	8	1/8	Yüksek sayıda gerçekleşmektedir
Çok yüksek	9	1/3	Çok yüksek sayıda gerçekleşmektedir
Hemen hemen kesin	10	1/2'den fazla	Hata hemen hemen kesindir. Daha önceden benzer tasarımlarda/süreçlerde sıklıkla gerçekleşmiştir.

(ipek.deveci.org/images/FMEA.pdf)

2.5.5.6. Ağırlık (Şiddet) Değerlerinin Belirlenmesi

Şiddet ile ürünü kullanan müşteriye yansıyan olası hata sonuçlarının düzeyi değerlendirilir. Şiddet de 1 ile 10 arasında değer alır. Olasılık değerinde olduğu gibi şiddet değerinin de düşük değerler alması iyidir. Eğer hata meydana geldiğinde kullanıcı için herhangi bir risk söz konusu değilse (kaza riski ya da ürüne etki riskinin olmaması) şiddet kolonundaki değere 1 verilir.

Eğer hata ürünü kullananda yaralanmalar meydana getiriyor ise şiddet değeri 10 verilir (Granholm;2004;112). HTEA takımı, Tablo 18'de verilen HTEA Şiddet Değerlendirme Tablosu'nu kullanarak, hata türlerinin şiddet puanları konusunda bir anlaşmaya varır.

Tablo 18. Şiddet(Ağırlık/Etki) Değeri

Etki	Kriter	Değeri
Tehlikeli	Emniyetle ilgili arıza, yasalarla uyumsuz bir arıza. Hata herhangi bir ikaz olmadan meydana gelir	10
Ciddi	Emniyetle ilgili arıza, yasalarla uyumsuz bir arıza. Hata bir ikazla meydana gelir	9
Çok Büyük	Üretimin tümü hurdaya ayrılabilir. Müşteri büyük hoşnutsuzluk duyar	8
Büyük	Ürün/ Proses üzerinde büyük etki. Ürün Kullanılmaz. Üretimin ayıklanması ve bir bölümünün(%100'den az) hurdaya ayrılması gerekir. Müşteri hoşnutsuzluk duyar	7
Önemli	Parçanın yeniden işlenmesi/onarılmasına neden olur. Ürün performansının derecesi düşmüştür. Ürün çalışmaktadır fakat kolaylık/rahatlık sağlayan bazı parçalar çalışmaz. Müşteri hoşnutsuzluk duyar.	6
Orta	Ürün performansı veya proses üzerinde orta şiddette etki. Müşteri ürünün kullanımında bazı rahatsızlıklar duyar. Kolaylık/ Rahatlık sağlayan bazı parçalar düşük performans ile çalışır.	5
Küçük	Ürün performansı veya proses üzerinde küçük şiddette etki. Hata müşteri tarafından fark edilir ve ürün kullanımında bazı rahatsızlıklar yaşanır.	4
Önemsiz	Ürün performansı veya proses üzerinde önemsiz etki. Hata müşteriler tarafından fark edilir.	3
Çok Önemsiz	Ürün performansı veya proses üzerinde çok önemsiz etki. Hata müşteri tarafından fark edilmez	2
Etkisi Yok	Ürün performansı veya proses üzerinde hiç etkisi yok.	1

(Akın,1998:33)

2.5.5.7. Risk Öncelik Puanının(RÖP)Hesaplanması

Risk Öncelik Puanı (sayısı ya da değeri ifadeleri de kullanılmaktadır) ürünün ya da parçanın kritik durumda olup olmadığının ölçülmesi için kullanılır. Bulunan Risk Öncelik Puanları diğer parçaların Risk Öncelik puanları ile karşılaştırılır ve hangi parçanın daha kritik durumda olduğuna ve önceliğe sahip olduğuna karar verilir. Bu kararı verecek olan kişiler de HTEA takımıdır. Risk Öncelik Puanı; hatanın gerçekleşme olasılığının, şiddetinin ve tespit edilebilirlik değerinin çarpılması/ ile bulunur. Hesaplanan bu sayı iyi bir sonuçta 1 değerini alabileceği gibi kötü bir sonuçta da 1000 değerini alabilir (Granholm, 1998:113).

Belirlenen her bir olası hata türünün puanlandırılması ve bu puanlandırılmaya göre öncelik sırasının belirlenmesi risk öncelik puanına (Risk Priority Number) göre yapılmaktadır. Hata türlerinin önceliklendirilmesindeki amaç, hangi hatanın öncelikle

incelenmesi ve düzeltici önlemlerin alınması gerektiğine karar vermektir(Kadıoğlu vd. 2009:44).

Farklı önem, oluşma sıklığı ve tespit edilebilirlik değerlerinden aynı RÖP değerleri elde edilebilir, ancak risk etkileri tamamıyla farklı olabilir. Bu kaynak ve zaman israfına ya da bazı durumlarda yüksek riskli bir olayın fark edilmemesine yol açabilir.

RÖP değerlerinin eşit olması durumunda, ilk olarak “şiddet ” değeri, ikinci olarak da “tespit edilebilirlik ” değeri yüksek olan hata seçilmelidir. “şiddet ” hatanın etkisiyle doğrudan ilgilidir ve önceliklidir, diğer yandan müşteri bağlantılı olduğundan “tespit edilebilirlik ”, “olasılık” a göre önceliklidir (Kadıoğlu vd,2009:45).

En büyük RÖP değerine sahip hata kaynağı ilk olarak düzeltilmelidir. Risk öncelik puanlama ve değerlendirmede sınır veya baraj değer kullanımı, faaliyet ihtiyacı belirleme için önerilen bir uygulama değildir. Puanlama veya değerlendirmede sınır veya baraj değer uygulaması, RÖP değerlerinin göreceli risklerin bir ölçüsü olduğunu (ki çoğu kez değildir) ve sürekli iyileştirme gerektirmediğini (ki gerektirir) varsayar.

Örneğin eğer Tablo19’daki değerlendirmede, müşteri gelişi güzel bir puanlamada ve değerlendirmede 100 sınır veya barajı uygularsa, tedarikçilerin, RÖP değeri 112 olan B ve C karakteristiği üzerinde faaliyette bulunmaları gerekir. RÖP değerleri eşit çıkan B ve C hata türlerinden ise şiddet değeri yüksek olan C hata türüne öncelik verilmesi gerekmektedir.

Tablo 19. RÖP Değerinin Hesaplanması

Parça	Şiddet	Olasılık	Tespit edilebilirlik	RÖP
A	9	2	5	90
B	4	7	4	112
C	7	4	4	112

Yüz sınır değeri uygulanmazsa, A hata türü 100 barajından veya sınırından daha düşük ve olan RÖP'na (90) sahip olmasına rağmen öncelik, daha yüksek şiddet değerine (9) sahip A üzerinde çalışmak olmalıdır.

HTEA takımının değerlendirmelerinde RÖP endeksi kullanımı, yararlı bir araçtır. Faaliyet önceliği belirlemek için RÖP değerlendirme sınırlarının veya barajlarının kullanımı önerilmez (Chrysler Ford Motor Company, 2008:57).

2.5.5.8. Düzeltici Faaliyetler (İyileştirme)

Risk öncelik sayısına göre önceliklendirilmiş hata sebeplerini ortadan kaldırmak için iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Önerilen faaliyetler hatanın ortaya çıkma olasılığını azaltıcı yönde olabilir. İyileştirme tasarım değişikliği, deney tasarımı, toleransların değiştirilmesi, test yöntemlerinin iyileştirilmesi, test faaliyet planının iyileştirilmesi gibi yöntemlerle sağlanabilir. Ancak iyileştirme faaliyetleri açıkça tanımlanmalı ve takip edilmelidir. Eğer iyileştirme faaliyetleri yerine getirilemez ise HTEA'nin faydaları sınırlandırılmış olur. Sadece hata türü ve hata öncelikleri belirlenmiş olur. Bir iyileştirme gerçekleşemez. Dolayısıyla somut faydalar ancak tanımlanan faaliyetlerinin yerine getirilmesi ile mümkün olacaktır (Erginel;2003;25).

2.5.5.9. İzleme ve Uygulama

İyileştirme faaliyetlerinin tamamlanmasından sonra, ekibin belirleyebileceği bir zaman sonunda HTEA formu gözden geçirilerek RÖP tekrar hesaplanmalıdır. HTEA'nin güncelliği bu şekilde sağlanabilir. Böylece, gelecek çalışmalar için dökümanite edilmiş bilgiler, RÖP'na göre önceliklendirilmiş hata türleri ve müşteriye daha az hatalı ürün sunmak mümkün olacaktır.

Bu safhasındaki amaç, sınır değeri üzerinde bulunan RÖP katsayılarının, eşik değerin altına çekilmesini takip etmek ve bunun devamını sağlamaktır. Bu aşamada kritik RÖP değerlerinin aşağıya çekilmesi için, düzeltici önlemlerin kesinlikle alınması sağlanır, bunların azaltıldığı doğrulanır ve gerçekleştirilen iyileştirmeler korunur. Bu amaçla organizasyonda, akış diyagramında ve imalatta kullanılan araçlarda değişiklikler yapılır. Bir HTEA çalışmasında takip aşaması olmazsa, proje çekmedeki bir HTEA projesi olarak kalır ve hedefe hiçbir zaman ulaşılmaz.

2.5.5.10. Doğrulama

HTEA Tekniği'nin bu aşamasında amaç, düzeltici önlemlerin uygulanmasının ve sistemin zaman içinde değişime uğramamasının doğrulanmasıdır. Doğrulama aşamasında, uygulama sırasında kullanılan tüm HTEA sentez formları, bütün kabul, koşullar ve sonuçlar dokümanite edilerek, raporlanmalıdır. Bu raporlar, sonraki HTEA çalışmalarında kaynak oluşturması amacıyla ilgili birimlere dağıtılmalıdır. Bu belgeler yaşayan doküman olmalı ve sürekli güncellenmelidir. HTEA Tekniğinin en olumlu yanı, zorluğunun bir ürün veya sistem için bir kez hazırlandıktan sonra sona ermesidir. Yeni ürünler için yapılacak HTEA çalışması, mevcut proses ya da ürün için yapılmış çalışmaların güncelleştirilmesi şeklinde olacaktır(Baysal ve Başkan, 1999;150).

HTEA çalışması tüm bunlar yapıldıktan sonra son bulmamalıdır. Toplam Kalite Yönetiminin en önemli ilkelerinden biri olan sürekli gelişme ilkesinin gereği olarak daha mükemmeli için çalışılmalıdır. Uzun dönem hedefimiz her bir hatanın ortadan kaldırılması, kısa dönem hedefimiz ise hataları yok edemiyor isek en aza indirmek olmalıdır. Tabi ki bu hedefler organizasyonun ihtiyaçları, maliyetler, müşteriler ve rekabet şartları dikkate alınarak belirlenmelidir.

2.5.6. HTEA Takımı

HTEA, kalite sistemleri içerisinde çok fonksiyonlu veya çapraz fonksiyonlu takımlar olarak adlandırılan, firma içerisindeki farklı disiplinlerden gelen katılımcılar tarafından yürütülen bir takım çalışmasıdır. Analizin temelinde farklı bakış açısı ve deneyimlerin gündeme getirilerek kullanılması yatar (Taşan,2006:34).

Bir HTEA çalışma grubunun oluşturulması(Baysal ve Başkan,1999:149):

- Grup lideri (Animatör) seçilmelidir.
- Grubu oluşturan üye sayısı 5-8 kişi arasında olmalıdır. (Yeterli sayıda fikir üretebilecek ve konuyu dağıtmayacak şekilde)
- Grup sorumlu ve konu hakkında deneyimli kişilerden oluşmalıdır.
- Mühendislik, kalite güvence, imalat bölümündeki üyeler doğal üyelerdir. İhtiyaç olduğu takdirde diğer bölümlerden geçici veya sürekli üyeler seçilir.
- Bir HTEA çalışması 2 aylık bir süreyi aşmamalıdır.
- Toplantılar 3 saatten fazla olmamalıdır.
- Çalışmanın sınırları belirlenmelidir.
- Toplantılar HTEA çalışmalarının sonuna kadar periyodik olarak sürdürülmelidir.
- Olumlu sonuçların alınabilmesi için üst yönetimden kişilerin de grupta yer alması sağlanmalıdır.

HTEA sürecinin iyi sonuç verebilmesi için ekibin doğru bir şekilde organize edilmesi önemlidir. Takım; müşterileri, kontrol mühendislerini, makine mühendislerini, kalite mühendislerini, güvenilirlik mühendislerini, ürün mühendislerini ve satış mühendislerini içerir. Potansiyel hata türleri ekip tarafından, iç ve dış müşteriden gelenler olmak üzere iki grupta toplanır ve incelenir. İç müşteriler; üretim departmanında çalışanlar, dış müşteriler ise nihai tüketicilerdir. Etkin HTEA raporları hazırlayabilmek için HTEA takımının bilgi toplama konusunda müşteriler ile birlikte çalışması önemlidir. Sadece üretim departmanından alınan bilgiler etkin bir değerlendirme için yeterli değildir (Mohammed, 2004:4)

HTEA çok fonksiyonlu ya da çapraz fonksiyonlu takımlar tarafından yürütülür. Takımın büyüklüğü, tasarımın/sürecin karmaşıklığına ve firmanın ölçeğine göre değişiklik göstermelidir. Takım üyelerinin, konu ile ilgili deneyime, zamana ve yönetimce verilmiş yetkiye sahip olmaları gerekmektedir(Chrysler Ford Motor Company,2008:4).

HTEA uygulamasına başlanmadan önce yönetimin desteği kesinlikle sağlanmalıdır. HTEA'nın bir takım çalışması olduğu düşünülerek, oluşturulan HTEA proje grubunu,

projenin sonuna kadar yaşatabilmek için(motivasyon) moderatör, toplantılar esnasında uyulması gereken kuralların üzerinde hassasiyetle durmalıdır. Grup oluşturulurken, incelenecek prosesle ilgili herkesin gruba dâhil edilmesi sağlanmalıdır. Bu şekilde daha nesnel sonuçlara ulaşılabilecektir(Baysal ve Başkan,1999:148).

HTEA analizi öncesi verilecek eğitimin kapsamı şu şekilde olmalıdır:

- Yönetimin görüşü,
- Kullanıcıların eğitilmesi,
- Tedarikçilerin eğitilmesi,
- Yöneticilerin eğitilmesi.

Ayrıca; HTEA'nde çok sayıda girdi kullanılmaktadır, bu girdi sayılarının çokluğu da HTEA raporlarının anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Ekibin kurulmasından sonra yapılan beyin fırtınası süreci çok zaman almaktadır. HTEA kalite gelişimi açısından çok etkili ve yardımcıdır ancak pratik açıdan çok uygun değildir ve gelişimlere çok çabuk ayak uyduramaz (Mohammed, 2004;6).

2.5.7. HTEA Çalışma Konuları

HTEA çalışmaları için bir konu sınırlaması olmamakla birlikte aşağıdaki ana başlıklarla belirtilmiş konularda kullanılabilirler (Bilgin,2006:18):

- Yeni Ürün Geliştirme
- Varolan Ürünlerin Geliştirilmesi
- Maliyet Düşürme
- Süreçlerinin İyileştirilmesi
- Üretim Süreçlerinin İyileştirilmesi
- Müşteri Şikâyetleri
- Yatırım ve Montajlar
- Sistem İyileştirme ve Geliştirme
- İş / işçi Güvenliği ve Sağlığı

2.5.8. HTEA'de Yönetimin Sorumluluğu

HTEA süreci tamamen yönetimin kontrolü altında olmalıdır. Yönetimin; kaynakların seçimi doğru şekilde kullanımı gibi sorumlulukları vardır. Bunun yanı sıra; engelleri ortadan kaldırma ve ekibe destek olma gibi sorumlulukları da yerine getirmelidir (Chrysler, 2008:14).

HTEA çalışmaları, sisteme erken bakış imkânı sağladığı için firmalar açısından önemli rol oynamaktadır. Firmalar, ürettikleri ürünlerin ve sundukları hizmetlerin kalitesi ile piyasada ayakta kalabilmektedirler. Rekabetin yoğun yaşandığı günümüzde, firmaların rakiplerinden bir adım önde olabilmek için ürünlerinde çeşitliliğe gidebilmeleri, yeniliğe adapte olabilmeleri gerekmektedir. Bu durum beraberinde zaman ve maliyeti getirmektedir. Zaman ve maliyetin ön plana çıkması ile HTEA çalışmalarının önemi artmaktadır. HTEA çalışmaları ile mevcut veya olası hatalar ve bu hataların nedenleri belirlenerek oluşmaları önlenmektedir.

HTEA çalışmaları firmalara, tasarımlarından başlayarak tüm süreçlerini analiz etme ve gerekli iyileştirmeleri yaparak, müşterilerine kaliteli, güvenilir ürün/hizmet sunabilme imkanını vermektedir(Kadıoğlu, 2009:49).

2.5.9. Hata Türleri ve Etkileri Analizi'nin Kalite Sistemi İçindeki Yeri

1980'li yılların başından beri kalite alanında yapılan çalışmaların, sistem veya ürün/hizmet oluşturulmasının her aşamasında karşılaşılabilecek sorunları belirleyip, ortadan kaldıracak, böylece hem güvenilirliği artıracak, hem de kalitede sürekli iyileştirme sağlayacak teknikler geliştirme üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Sürekli iyileşme, geçmişteki sorunların öğrenilerek, gelecekte onların yeniden ortaya çıkmalarının önlenmesiyle gerçekleşecektir. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) de bu amaca hizmet eden bir tekniktir.

HTEA, ürünün tasarım veya prosesini geliştirme ve yorumlamada yararlanılabilecek niceliksel bir tekniktir. HTEA, bu özelliklerinden dolayı Toplam Kalite Yönetimi'nde önemli

bir yere sahiptir. Toplam Kalite Yönetimi'nde kaliteyi üretmek hedeflenir. Burada kontrol önemli olmakla birlikte kontrol yoluyla hatayı yakalamak, istenen başarıya götürmemektedir. Bunun yerine hatanın oluşum nedenlerine inerek ortaya çıkışını önlemek, dolayısıyla kusursuzluğu hedeflemek gerekmektedir (Durhan,2006;10).

Ayrıca, ürün dizaynının beraberinde getireceği riskleri azaltmak için, yeni ürün ya da mevcut ürünü geliştirme aşamasında risk analizi yapmak gereklidir. HTEA, riski tanımlama, önceliklendirme ve ortaya çıkmadan önce hata türleri ile ilgili harekete geçme ve önlem almada etkili bir sistematik tekniktir(Chen ve Ko,2009:634).

Hata Türü ve Etkileri Analizi, riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniğidir. Hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri gibi algılanması ilkesine dayanmaktadır. Hata Türü ve Etkileri Analizi çalışmasında belirlenen bütün hatalar için olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik tahmini yapılmaktadır (Yılmaz, 2000;134).

HTEA yöntemi (Eleren,2007:8);

- Yeni bir sistem, ürün, süreç, yöntem, model tasarımına ihtiyaç olduğunda,
- Mevcut sistem, ürün, süreç, yöntem veya modelde bir değişiklik olduğunda,
- Sistem, ürün, süreç, yöntem veya modelde bir geliştirme düşünüldüğünde kullanılabilir

HTEA sürecinde yer alan 4 Temel müşteri vardır(Chrysler,2008:11):

- Nihai tüketiciler,
- İmalathaneler,
- Tedarikçiler
- Düzenleyiciler(Hükümet, ürünü ve üretim sürecini etkileyebilecek çevresel düzenlemeler gibi).

Bu müşterileri tanımak, fonksiyonların, ihtiyaçların ve özelliklerin tanımlanmasına yardımcı olacaktır ve dolayısıyla da bunlarla ilgili hata türlerinin kararlaştırılması da kolaylaşacaktır.

HTEA'ya başlamadan önce aşağıdaki sorulara yanıt verilerek bir plan yapılmalıdır (Bektaş, 2007;22):

- HTEA'dan kim sorumlu olmalıdır?
- Kimler nasıl katılacak?
- HTEA'ya ne zaman başlamalıyız?
- Tasarım geliştirme esnasında HTEA'ya başlamalı mıyız?
- Hata türünün ortaya çıkması ve bulunmasını mı yoksa ortaya çıkması ve nedeninin bulunmasını mı oranlandırmalıyız?
- Göstergelerde hangi oran kriterini kullanmalıyız?
- Takım fikir ayrılığına düştüğünde oranları nasıl etkili, doğru bir şekilde birbirinden ayırabiliriz?
- Doğru olarak yapıyor muyuz?

2.5.10. HTEA'nin Eksiklikleri

HTEA'nın mantığıyla ilgili araştırmacılar tarafından dikkat çekilen, bazı sakıncaları bulunmaktadır (Daya and Raouf,1996:45). Örneğin risk faktörlerine ilişkin farklı puanların çarpımıyla aynı RÖP değeri elde edilebilmektedir. Ayrıca RÖP hesaplamasında bu üç faktörün nisbi önem düzeyleri ihmal edilmektedir. Bu üç faktörün eşit önemde olduğu kabul edilmiştir, fakat bu durum uygulamada geçerli olmayabilir. Araştırmalar bu üç faktörün nispi önem düzeylerinin süreç veya ürünün yapısına dayanarak çeşitlendiğini göstermektedir (Sharma, vd. 2005:989).

Literatürde H.T.E.A.'nın hesaplama kriterleri yetersiz bulunmaktadır. Hataların önlenmesine yönelik iyileştirmelerin saptanmasında yapılan değerlendirmenin, kısmi subjektifliği, “Şiddet, olasılık ve tespit edilebilirlik kriterlerindeki puanlama kuralları uygulama yapan bir kuruluştan bir diğerine göre değiştiğinden HTEA'daki risk öncelik göstergesi hesaplama yönteminin doğal bir subjektiflik taşıdığı konusunda hemfikir olunmuştur (Bilgin,2006:32).

Daha önce de değinildiği gibi RÖP hesabında hatanın oluşma olasılığı, tespit edilebilirliği ve şiddeti ile ilgili olarak sayısal verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bilindiği gibi

bu veriler uzmanların bilgileri ve yargıları kapsamında elde edilebildiğinden subjektiflik göstermektedirler ve sapmalar olabilmektedir. Ayrıca uzmanlar değerlendirmelerini sayısal temelde yapmaktan çok niteliksel olarak (az, çok, gibi sözel sözcüklerle) ifade etme eğilimindedirler. Bu sözcükler belirsizlikten çok, kötü tanımlanmış ifadeler olmaları nedeniyle kesin olmama halini arttırmaktadır. Bu tür sözel ifadeler ile nitelenen faktörlerin, olasılık kullanan yöntemler ile doğrudan incelenmesi mümkün olmamaktadır (Öndemir vd., 2004:363).

Eleştiriler genellikle risk öncelik puanı ile ilgilidir. Bu eleştirilerden başlıcası uygulama sonucunda aynı RÖP değerine sahip hata türleri oluşabilmesidir. Böyle bir durumda klasik HTEA yaklaşımının önerdiği sıralama önceliği kaynakların gereksiz yere sarf edilmesine yol açabilir. Eleştirilerden bir diğeri, yöntemde risk faktörlerinin ağırlıklarının eşit kabul edilmesi ve önemlerinin farklı olabileceğinin ihmal edilmesidir. Ayrıca verilerin olmadığı durumlarda teknik, risk faktörlerini sayısallaştırmada yetersiz kalabilmektedir.

Ayrıca, pek çok durumda hazır veri mevcut değildir veya mevcut veriler yeterli ve güvenilir değildir. Bu durumda, çoğu kez sayısal veriler uzman yargısına başvurularak tahmin edilmektedir. Onlu skalada puanlamada katılımcıların konu ile ilgili bilgi seviyesi ve deneyimleri nedeniyle ciddi sapmalar olmakta, uzlaşım güçlüğü yaşanabilmektedir. Kişiler değerlerini sayısal olarak ifade etmekten çok, niteliksel olarak ifade etme eğilimindedir. Yani çoğu kez, bu yolla elde edilen veriler sayısal değildir. Uzman yargısına dayanılarak elde edilen bilgiler, niteliksel olma özelliğinden dolayı, bir dile ait sözcükler ve deyimler (az, çok az gibi) ile ifade edilen “bulanık bilgiler” dir. Bu terimler belirsizlikten çok, kötü tanımlanmış ifadeler olmaları nedeniyle kesin olmama halini arttırmaktadır.

Bu tür sözel şekilde ifade edilen faktörlerin, olasılık kullanan yöntemler ile doğrudan incelenmesi mümkün olmamaktadır. Bu eksikliğin giderilebilmesi için, HTEA’ nın bulanık kümeler yaklaşımıyla ya da Gri İlişkisel analiz ile birlikte ele alınması çeşitli kaynaklar tarafından önerilmektedir(Öndemir,2004'den aktaran Öztürk 2008:98).

Olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik puanlarının farklı kombinasyonlarının aynı

RÖP'nını vermesi eksikliğini gidermek amacı ile Wang vd (2009), çalışmalarında HTEA'ne bulanık mantık uygulamışlar ve hata türlerinin önceliklendirilmesinde sıralamayı değiştiren üçgensel bulanık sayıları kullanmışlardır.

Chen ve Ko (2009) da, yaptıkları çalışmada yeni ürün geliştirme sürecinde kullandıkları dizayn HTEA'ne bulanık mantık uygulayarak, mühendislere, dizayn aşamasında hangi parçalara öncelik verecekleri konusunda yardımcı olmuşlardır.

Guimaraes ve Lapa(2004), kimyasal kontrol sistemleri için kullandıkları fuzzy HTEA'nde parçaların risk öncelik puanları sıralamasının önemli derecede değiştiğini tespit etmişlerdir.

Garcia vd. (2005), çalışmalarında, uzman görüşlerinden elde edilen sözel verilerin ve RÖP hesaplamalarının beraberinde getireceği olumsuzlukları gidermek için bulanık mantık yaklaşımını, HTEA'ne dahil ettikleri görülmektedir.

2.6. KFG Sürecinde HTEA

Kalite Fonksiyon Göçerimi, müşteri girdilerinin tasarım, imalat ve servise kadar iletilmesinin, biçimi eve benzeyen bir dizi matris kullanarak fonksiyonlar arası bir takım tarafından yapıldığı bir ürün (hizmet) geliştirme sürecidir. KFG ve HTEA'nin pek çok ortak tarafı vardır. HTEA genellikle, KFG içinde hata önleme aracı olarak kullanılmaktadır.

Kalite Fonksiyon Göçerimi tüketici memnuniyetini maksimize etmeyi amaçlayan müşteri odaklı bir yaklaşımdır. Müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimleri analiz eden bu yaklaşım yeni ürün dizaynına ve mevcut üründe değişiklikler yapılmasına önemli katkılarda bulunmaktadır. Yeni ürün geliştirmenin dizayn aşamasında sürece bir risk analizinin de dahil edilmesi önemli farklılıklar yaratacak ve stratejilerin belirlenmesine yardımcı olacaktır.

Yeni dizayn değişiklikleri bir takım riskleri de beraberinde getirebilir. HTEA ortaya çıkabilecek hataların belirlenmesi ve önceliklendirilmesinde kullanılacak olan bir risk

analiz tekniğidir. Bu bakımdan KFG sürecine HTEA'nin dahil edilmesi yeni ürün geliştirmenin başarısı üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır (Chen ve Ko, 2009:634).

Her firma müşteri memnuniyetini artırarak kazanç elde etmek ister. KFG yöntemi müşteri seslerinin toplanmasında kullanılan, öncelik skorlarına sahip olmayan bir yöntemdir, müşteri ihtiyaçlarını dizayn sürecinde göz önünde bulundurur. Bu süreç çok sayıda potansiyel hatayı içinde bulundurmaktadır. Bu hatalar süreci olumsuz etkileyecek ve müşteriler üzerinde de olumsuz etkiler yaratacaktır. Bu nedenle potansiyel hataların müşteriye ulaşmadan keşfedilmesi ve gerekli önlemlerin zamanında alınması büyük önem taşımaktadır. İşte bu noktada HTEA devreye girecek ve müşteriye ulaşabilecek potansiyel hataların önlenmesini sağlayacaktır (Tanık, 2010:409).



Şekil 18. KFG Sürecinde HTEA

(Tanık, 2010:410)

KFG Analizi sonucunda yapılacak olan değişiklikler, beraberinde bir takım riskleri de getirebilmektedirler. Her bir dizayn değişikliğinin ne tür hata türlerine neden olacağı belirsizdir. Bu belirsizlikler de önceden tahminlenemediği zaman etkileri büyük olabilecek hatalara dönüşebilirler. Bu hataların gerçekleşmeden önüne geçebilmek ve gerekli önlemleri hata ortaya çıkmadan alabilmek önem taşımaktadır.

Dizayn riskini azaltmak için tasarımcılar da genellikle risk analiz teknikleri uygulamaktadırlar risk yönetimi kararları alınmasında HTEA etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (Chen ve Ko, 2008:2625). Bir çok araştırmacı HTEA'ni KFG sürecine dahil ederek potansiyel hataların önüne geçilebileceğini savunmaktadırlar.

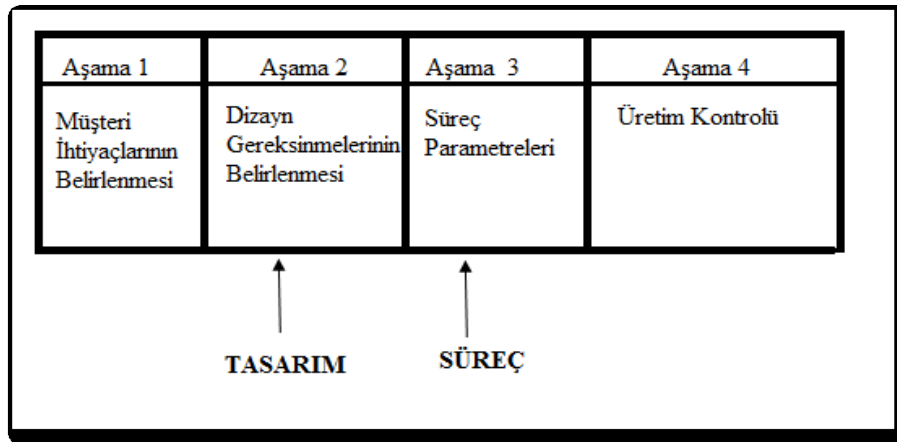
Yapılacak dizayn değişikliklerinin ne tür riskler taşıdığını ortaya koyabilmek için,

HTEA KFG'nin ikinci aşamasında devreye girer. Böylelikle yapılacak dizayn değişikliklerinin beraberinde getireceği hatalar ve etkileri anlaşılmış olacak, buna göre gerekli önlemler önerilecektir (Chen ve Ko, 2009:644).

KFG ve HTEA'nin birlikte kullanılmasında takım çalışmasının büyük önemi vardır. Takım çalışması bu iki analiz arasında bir yapıştırıcı görevi görecektir. Dizayn ve süreç HTEA ürün geliştirme sürecinin son aşamalarını desteklemektedir. KFG' ise ürün geliştirme sürecinin başlangıç aşamalarını desteklemektedir. HTEA KFG' nin ikinci aşamasında girebileceği gibi bazı araştırmacılar her aşamada HTEA'nden faydalanılabileceğini savunmaktadırlar (Ginn vd, 1998:8).

Bir HTEA uygulamasının uygun düzeyde etkili olabilmesi için, çalışma mümkün olan en erken zamanda başlatılmalıdır. Ancak çoğu kez eldeki verilerin yetersiz olduğu düşünülerek bu yapılmamakta ve HTEA çalışmasına hiç başlanmamaktadır. Bu ise, özellikle toplam kalite yönetimi felsefesini uygulayan işletmeler açısından zararlı sonuçlar doğurmaktadır (Baysal ve Başkan,1999:148).

HTEA'nin tasarım ve süreç olmak üzere iki türünün olduğuna daha önce değinilmişti. Dizayndaki potansiyel hataların giderilmesi için Tasarım HTEA ve Üretim Sürecindeki potansiyel hataların ve problemlerin giderilmesi için Süreç HTEA KFG sürecine dâhil edilebilir.



Şekil 19. KFG/HTEA Arayüzü

(Ginn vd, 1998:13)

Gerçekleştirilen çalışmada; bir üretim işletmesinde KFG analizi uygulanacak ve bu uygulamanın beraberinde getirdiği riskleri ortadan kaldırabilmek için HTEA sürece dâhil edilmiştir. Analiz sonuçları yardımı ile işletmeye aktarılan öneriler sayesinde işletme hatalar müşteriye ulaşmadan gerekli önlemleri alabilecek ve potansiyel risklerden arındırılmış dizayn değişiklikleri yardımı ile müşteri memnuniyetini artırabilecektir, bu da dolaylı olarak işletmenin satışlarına yansıtacak ve pazarda üstünlük elde edecektir.

Korayem ve Iravani 3P ve 6R robotlarına KFG yaklaşımı uyguladıkları çalışmada robot tasarımındaki hataları minimize etmek amacıyla HTEA'ni de kullanmışlardır. HTEA formlarından elde edilen sonuçlara göre, bilyalı cıvatalardaki istenmeyen ısı değişimi ve saclardaki termik genişleme 3P robotundaki en kritik maddeler olarak tespit edilmiştir. Eğer bu hata türleri ortaya çıkarsa sistemin gidişatı aksayacak ve robotun son görevi başarısız olacaktır. Bu nedenle çevre ısısının kontrol altında tutulması ve sacların hammaddesi olarak minimum termik genişleme katsayısına sahip materyallerin kullanılması düzeltici önlemler olarak önerilmiştir(Korayem ve Iravani, 2008:480).

Chen ve Ko (2009) çalışmalarında, müşteri memnuniyetini maksimize etmek için kullandıkları kalite fonksiyon göçerimine bulanık mantık uygulamış ve yeni ürün dizaynının beraberinde getireceği riskleri azaltmak için sürece bulanık HTEA'ni dahil etmişlerdir.

Liu(2009), termos üreten A firmasında uygulamasını yaptığı çalışmasında, ürün özelliklerindeki dar boğazları(bottle neck) belirlemek için Bulanık(Fuzzy) KFG kullanmış ve yüksek önem dereceleri sıraladıktan sonra, bu parçalar için potansiyel hata türlerini HTEA ile belirlemiş ve bu sayede ürünün güvenilirliğini ve dayanıklılığını artırmıştır.

Garcia vd. (2005), çalışmalarında, uzman görüşlerinden elde edilen sözel verilerin ve RÖP hesaplamalarının beraberinde getireceği olumsuzlukları gidermek için bulanık mantık yaklaşımını HTEA'ne dahil ettikleri görülmektedir. Kay ve diğerleri (2008), imalat otomasyon teknolojileri ile ilgili karar vermede KFG ve HTEA tekniklerini birlikte kullanmışlardır. KFG, en uygun otomasyon teknolojileri arasından seçim yapmada yol göstermiş, HTEA ise bu seçeneklerin beraberinde getireceği riskleri önceliklendirmede kullanılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK KALİTE FONKSİYON GÖÇERİMİ İLE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN BİR PLASTİK AMBALAJ FİRMASINDA UYGULANMASI

3.1. Sektör ve Firma Hakkında Genel Bilgi

İster tarım, isterse imalat sanayilerinin diğer dallarında olsun çeşitli sektörlerde üretilen ürünlerin işlevlerini gerçekleştirebilmesi için bir ambalaja gereksinimi vardır. Bu yönüyle irdelendiğinde ambalaj, tüm imalat sanayilerinde önemli bir yere sahiptir.

Ambalaj sektörünün gelişmişliği ve kişi başına ambalaj tüketimi, genel olarak “yaşam standardı ve ekonomik faaliyetlerin göstergesi” olarak da değerlendirilmektedir(<http://www.ambalaj.org.tr/>).

Türkiye’de mevcut ve son yıllarda gelişme eğilimi gösteren sanayi dallarında üretilen çeşitli tarım ve gıda ürünleri ile diğer gıda dışı ürünlerin pazarlanmasında, özellikle ihraç mallarında ambalaj giderek çok önemli bir yer tutmaktadır.

Ambalaj sektörü temel olarak stoğa üretim yapmamaktadır. Üretim siparişlere bağlı olarak yapılmaktadır. 2009’da küresel krizden etkilenen ve 2010 yılında hızlı bir toparlanma içerisine giren Ambalaj Sanayi 2011’de üretim miktarını % 8; cirosunu % 14 arttırmıştır(Demirci, 2012:10).

Tablo 20’de malzeme grubuna ve yıllara göre Türkiye’deki ambalaj üretim miktarları yer almaktadır. Rakamlardan, en yüksek payın plastik ambalajda olduğu anlaşılmaktadır.

Otomotivden sağlığa, inşaattan ambalaja kadar birçok sektörde plastik kullanımı her geçen gün artmaktadır. Plastik’in sağladığı enerji tasarrufu, yarattığı katma değer ve çevreci yönü ile diğer birçok malzemeye göre daha avantajlı olduğu da bir gerçektir. Durum böyle

olunca plastiklerin bilinçli kullanımı ve geri dönüşümü büyük önem taşımaktadır.

Ambalaj Sektör İzleme Raporuna göre, toplam ambalaj sanayi içinde %34 paya sahip olan plastik ambalaj sektörünün 10,9 milyar dolar değerinde 2,9 milyon ton üretim yaptığını ortaya koymuştur. Üretim, 2011'e göre miktar bazında % 7, değer bazında % 2 artmıştır. Türkiye plastik mamul sanayinin miktar bazında % 40'ı, değer bazında ise %36'sını plastik ambalajlar oluşturmaktadır (Demirci,2012:10).

Tablo 20. Malzeme Grubuna ve Yıllara Göre Ambalaj Üretim Miktarı(ton)

Üretim Dalı	2007	2008	2009	2010	2011
Plastik Ambalaj	1.470.000	1.530.000	1.550.000	1.834.500	2.012.700
Oluklu Mukavva	1.370.000	1.387.000	1.389.000	1.564.000	1.702.500
Cam Ambalaj	659.000	697.000	567.000	734.000	772.000
Karton Ambalaj	415.000	395.000	418.000	503.000	564.000
Ahşap Ambalaj	385.000	385.000	385.000	720.000	453.600
Metal Ambalaj	299.500	328.500	309.500	365.500	364.000
Kağıt Ambalaj	60.000	80.000	80.000	117.000	106.200
Toplam	4.658.500	4.802.500	4.708.500	5.838.000	5.975.000

(Demirci, 2012)

Gelecek dönemde dünya plastik ambalaj sektöründe küreselleşmenin de etkisiyle rekabet artacaktır bu nedenle, küçük ve orta boy plastik ambalaj üreticilerinin giderek daha fazla işbirliğine ihtiyaç duyduğu bir dönem olacaktır. Hatta şirket birleşmelerini tavsiye etme zamanı gelecektir Bu dönemde en büyük fırsatı, müşterilerine yeni ürünler geliştiren, daha fazla katma değer sunan imalatçılar yakalayacaktır (www.plasfed.org).

Rekabetin yüksek olduğu bir pazarda müşteri memnuniyeti, farklılık yaratan bir anahtar olarak görülmektedir. Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), müşteri memnuniyetini maksimize etmek için geliştirilmiş, özellikle yeni ürün geliştiren firmaların müşteri ihtiyaçlarına göre teknik karakteristikleri belirlemesini sağlayan müşteri odaklı bir yaklaşımdır.

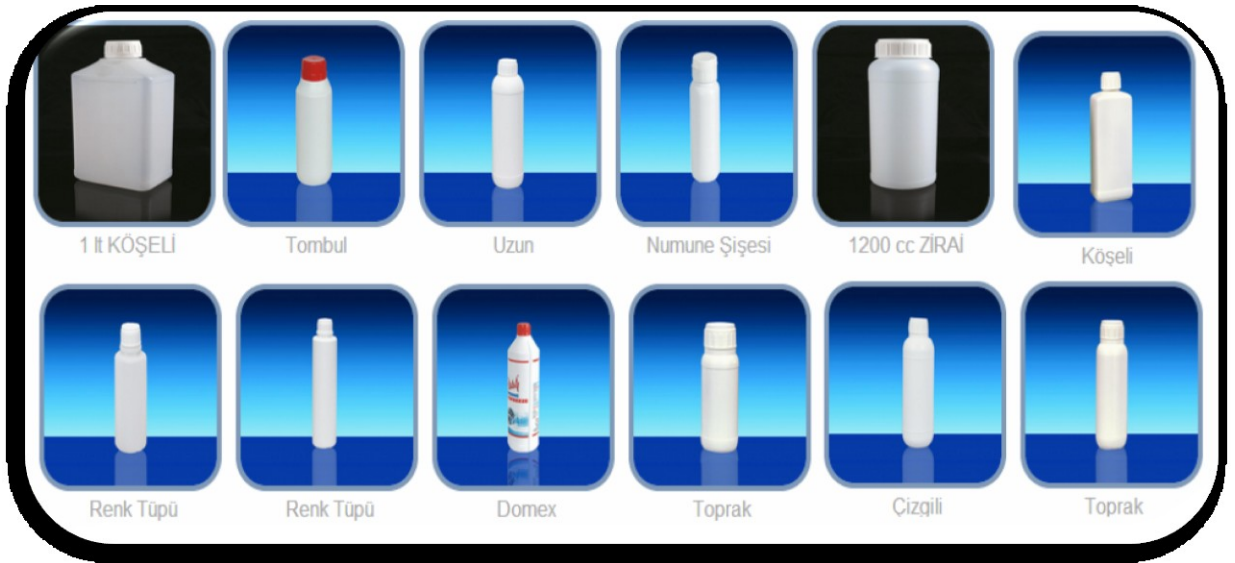
Çalışmanın uygulamasının da ambalaj sanayi içinde en yüksek paya sahip olan plastik ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bir firmada yapılması düşünülmüştür.

2007 Yılında Pınarbaşı'nda kurulmuş olan şirket,15 yıldır plastik ambalaj sektöründe üretim yapmaktadır.

ISO 9001 sertifikası bulunan şirket personelinin iş güvenliği eğitim sertifikası da bulunmaktadır.

Tarım, Kimya, Petro Kimya, Kozmetik, Boya ve Gıda Sektörlerinde faaliyet gösteren, 60'ı kurumsal olmak üzere toplam 900 cari müşterisi bulunmaktadır. 9'u idari personel olmak üzere 33 çalışanı bulunan şirket, 2500m²'lik alanda,14 makine ile plastik ambalaj üretmektedir.

100cc'den 30lt'ye kadar plastik şişe ve bidon,125 cc'den 10lt'ye kadar pet şişe ve bidon üretimi yapılmakta, siparişler yetişmediği zamanlarda fason olarak üretim yaptırılmaktadır. Aşağıda yer alan fotoğraflarda plastik ambalaj üretimi sürecinden bir kesit, istiflenmiş nihai ürünler ve üretim sonucunda elde edilen farklı boylardaki ambalajlar görülmektedir.





Üretim tesisinde belirli bir süreliğine bulunmanın sonucunda bazı tespitler yapılmıştır. Bu tespitler sonucunda da fatura kesimi için ziyarete gelen müşterilerin, hatalı üretilmiş ambalajlarla ilgili ve farklı konularda şikayetleri belirlenmiştir. Çok sayıda müşterisi bulunan firmanın büyüme potansiyeli yüksektir ancak diğer üretici firmalar ile rekabet edebilmesi ve müşteri memnuniyetini maksimize edebilecek kalitede ürünler üretebilmesi için bir kalite yönetim sistemine ihtiyacının olduğu görülmüştür.

3.2. Çalışmanın Amacı

Küreselleşme olgusunun dayattığı yeni kurallara göre, firmalar için rekabet kavramı hayati bir önem taşımaktadır. Değişen pazar sınırları, piyasa kuralları ve tüketim alışkanlıkları göz önüne alındığında, firmalar sürekli değişen bir çevrede kârlılıklarını artırmak zorunda kalmaktadırlar. Kalite kavramı, günümüz koşullarında, firmaların sürdürülebilir büyümeyi yakalamaları için, müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılayarak nihai amaca ulaşmalarını sağlayan önemli bir bileşendir.

Toplam Kalite Yönetiminin önemli adımlarından birisi de müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesini, bu gereksinimlerin ürün tasarımına yansıtılmasını ve tasarım sürecine tüm birimlerin katılmasını amaçlayan bir süreç olan Kalite Fonksiyon Göçerimi(KFG) yöntemidir.

Toplam kalite yönetimi içinde önemli bir yere sahip olması ve yöntemin bir takım eksikliklerinin ortadan kaldırılmasına yönelik yeni yaklaşımların ortaya çıkmış olması nedeni ile KFG bu çalışmaya konu olarak seçilmiştir.

Çalışmanın amacı, Kalite Fonksiyon Göçerimi'nin, bulanık mantık yaklaşımı ve Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin ne olduğunu ortaya koyarak, bu üç analizin birlikte nasıl uygulandığını ve KFG'nin eksiklerinin nasıl ortadan kaldırılabilceğini göstermektir. Bu amaç doğrultusunda sözkonusu plastik ambalaj firmasında gerçekleştirilen uygulama ile ambalaj firmasının müşterilerinin ihtiyaçları belirlenmiş ve bu ihtiyaçlar doğrultusunda teknik karakteristikleri ortaya koyarak kalite evi oluşturulmuştur.

KFG'nin bir takım eksikliklerini, dezavantajlarını giderebilmek için farklı yaklaşımlar önermek, KFG analizine bir risk analizini(HTEA) entegre etmek, HTEA'nin risk faktörlerinin ağırlıkları ile ilgili eksikliğini giderebilmek için BAHP'nden yararlanmak ve sonuçlara göre firmaya önerilerde bulunmak, çalışmanın amaçları arasında sayılabilir.

Son olarak da, çalışmanın bu konuyla ilgilenenlere bir başvuru kaynağı olması ve Türkiye'de uygulama alanının genişletilmesinin yanı sıra bu yöntemle(KFG) farklı tekniklerin bütünleştirilmesinin geliştirilmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

3.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada yöntem olarak Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi ile bütünleşik Hata türü ve etkileri analizi kullanılmıştır.

Anket yardımı ile elde edilen subjektif ve sözel veriler bulanık sayılara dönüştürülmüştür. KFG yaklaşımı ile belirlenen teknik karakteristiklerin beraberinde getireceği riskleri ortaya koymak için Hata türü ve etkileri analizi de KFG sürecine dahil edilmiştir.

Araştırma için gerekli verileri toplamak amacıyla, örneklem grubundan, gerekli zamanı ayırabilecek, tarım sektöründe faaliyet gösteren 6 firma seçilmiş ve bu firmalar ile derinlemesine görüşme yapılmış ve bu görüşmeler sonrasında anket formunda yer alacak

olan müşteri ihtiyaçları belirlenmiştir.

Ambalaj firmasının ambalajlarını farklı sektörlerden çok sayıda firma kullanmaktadır. Ambalajı aynı amaç için kullanan firmalara anket yapmaya karar verilmiş ve ambalaj özellikleri, üretimi ve hammadde bakımından birbirine en yakın özelliklere sahip olan tarım ve kimya sektöründe kullanılan ambalajlar ile ilgili bilgi toplamak amacı ile uygulamanın yapıldığı firmanın tarım ve kimya sektöründe faaliyet gösteren müşterileri örneklem olarak seçilmiştir.

3.4. Kalite Fonksiyon Göçerimi Takımının oluşturulması

Uygulamaya başlamadan önce, plastik ambalaj üretimi yapan söz konusu işletmede bir KFG takımı oluşturulmuştur. Bu KFG takımı, her türlü planlama faaliyetleri ile ilgili birlikte karar alan 3 yönetici, bir üretim müdürü ve işletmenin uzun zamandır müşterisi olan bir firma sahibi olmak üzere 5 kişiden oluşmaktadır. Bu üyeler KFG takımının çekirdeğini oluşturmuş, gerektiği zaman farklı departmanlardaki kişilerden de fikirler alınmıştır. Farklı görev tanımlarına ve bakış açılarına sahip olan kişilerin bu toplantılarda bir araya gelmiş olması, değişik düşüncelerin ortaya çıkmasını sağlamış, firma yöneticilerinin de daha önce fark edemedikleri bazı konuları fark etmelerini, farklı pencerelerden sorunlara bakmalarını sağlamıştır.

3.5. KFG Müşteri bilgileri bölümünün oluşturulması

KFG sürecinde verilecek kararların anlamlı olması için müşteri tanımının açık ve tutarlı bir biçimde yapılması gereklidir. Eğer müşterilerin açıkça tanımı yapılmazsa, müşteri isteklerinin belirlenmesinden başlayarak anlaşmazlıklar ortaya çıkar. Bunun birinci nedeni takım üyelerinin müşterileri tanımaması, ikinci nedeni ise her bir takım üyesinin farklı bir müşteri grubuna odaklanmasıdır.

Kararsızlıkların yaşanmaması ve her üyenin aynı müşteri grubuna odaklanması için KFG takımı ile birlikte, kalite fonksiyon göçerimi uygulamasının yürütüleceği anahtar müşteri grubuna karar verilmiştir. İşletme; gıda, kozmetik, tarım, kimya ve boya sektörlerinde olmak üzere farklı müşteri gruplarına ambalaj üretimi yapmaktadır.

Sektörel farklılıklar ürün ambalajında da farklılığa neden olacağı için araştırma sonuçlarının daha güvenilir olması amacı ile sadece benzer ambalajların kullanıldığı sektörlerde faaliyet gösteren müşterilerden veri toplanmasına karar verilmiştir.

Farklı ürünler için üretilen ambalajların üretim süreci farklı olabileceği gibi üretimde kullanılan hammaddede de farklılık olabilmektedir. Bu nedenle de müşteri ihtiyaçlarında ve dolaylı olarak da teknik karakteristiklerde farklılıklar ortaya çıkabilecektir.

Farklı ambalajlar ile ilgili toplanan verilerin birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmesi daha uygun olacağı için sadece benzer nitelikteki ambalajları kullanan sektörlerin seçilmesine karar verilmiştir. KFG takımı ile birlikte, gerek kullanılan hammadde gerek ambalaj çeşidi açısından farklılık göstermeyen, tarım ve kimya sektöründe faaliyet gösteren firmalardan veri toplanmasının daha güvenilir sonuçlar vereceği konusunda ortak karar alınmıştır.

İlk aşamada işletmenin tarım ve kimya sektöründe faaliyet gösteren 15 adet müşterisinin listesi oluşturulmuş, bu müşterilerden İzmir’de faaliyet gösteren 6 tanesi ile derinlemesine görüşmeler yapılarak kullandıkları ambalaja ilişkin müşteri ihtiyaçları belirlenmiş ve kalite fonksiyon göçerimi takımının da görüş ve deneyimleri doğrultusunda bir anket formu hazırlanmıştır.

Demografik sorulardan ve müşteri ihtiyaçları ile ilgili önem derecesi belirleme sorusundan oluşan anket formu işletmenin diğer müşterilerine de uygulanarak müşteri bilgileri oluşturmada yardımcı olacak gerekli veriler toplanmıştır.

3.5.1. Müşteri İhtiyaçlarının belirlenmesi

Bir KFG çalışmasına başlarken müşteri ihtiyaç ve gereksinimleri temel veridir. KFG takımını oluşturup, planlama aşamasını da yerine getirdikten sonra, teknik karakteristikleri belirlemeden ve kalite evini oluturmadan önce, müşteri istek ve ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu istekleri tatmin etmeye yönelik olarak faaliyetlerin başlatılması gerekmektedir.

KFG takımı ve 6 müşteri firma sahibi ile yapılan derinlemesi görüşmelerde

müşterilerin bir plastik ambalajdan neler bekledikleri ve kullandıkları ambalajlara ilişkin ihtiyaçları sorulmuş ve 26 adet müşteri ihtiyacı belirlenmiştir. Görüşmeler sonucunda belirlenen 26 adet Müşteri ihtiyacı, Tablo 21’de gösterilmektedir.

Tablo 21.Müşteri İhtiyaçları

M.İ.1	Vadeli Satış İmkkanı
M.İ.2	Sipariş miktarının doğru olması
M.İ.3	Sorunların hızlı çözümü(aktif müşteri hizmetleri)
M.İ.4	Fiyatın daha düşük olması
M.İ.5	Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi
M.İ.6	Kullanımı kolaylaştıran tasarım (kapağın ölçü gibi kullanılması vb)
M.İ.7	İstiflemeye uygun ambalaj
M.İ.8	Otomatik doluma uygunluk
M.İ.9	Otomatik etiketlemeye uygunluk(etiket basıldığında yüzeyin potluk yapmaması vb.)
M.İ.10	Kapağın şişeye iyi oturması
M.İ.11	Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması
M.İ.12	Kapağın sızdırma yapmaması
M.İ.13	İklim şartlarına dayanıklılık
M.İ.14	Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık
M.İ.15	Yola dayanıklılık
M.İ.16	Darbelere dayanıklılık
M.İ.17	Ürüne uygun ambalaj çeşitliliği olması
M.İ.18	Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi
M.İ.19	Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi olduğunu bilmesi
M.İ.20	Ambalaj ve kapak renk uyumu
M.İ.21	Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslim edilmesi
M.İ.22	Folyosu iyi yapışmış kapak(folyosuz kapak çıkmaması)
M.İ.23	Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması
M.İ.24	Ambalajın sertliğinde standardın tutması
M.İ.25	Ambalaj renginde standartlık
M.İ.26	Ambalajın ağırlığında standartlık

3.5.2. Müşteri İhtiyaçlarının Gruplandırılması

KFG matrisi oluşturulurken, aynı nitelikteki ihtiyaçların birleştirilmesi veya gruplandırılması faydalıdır. Böylece, tek bir konu üzerinde odaklanma sağlanmış olacaktır. Gruplandırma ile, bir çok kaynaktan elde edilen bilgilerin benzer özelliklerine göre organizasyonu sağlanır. Böylece, farklı kaynaklardan gelen farklı bilgilerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlar(Arıcan,2006:136).

Müşteri ihtiyaçlarının gruplandırılması, teknik özelliklerin belirlenmesinde ve kalite fonksiyon göçerimi matrisi üzerinde çalışırken de kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca, müşteri ihtiyaçlarının sayısı fazla olduğunda matrisin yönetimi de zorlaşacaktır. Bu nedenle müşteri ihtiyaçlarının gruplar halinde incelenmesi daha anlaşılır olacaktır. Yapılan görüşmeler sonucunda 26 adet müşteri ihtiyacı belirlenmişti. İlerleyen aşamalarda yorumlama açısından kolaylık olması için müşteri ihtiyaçlarının gruplandırılmasına karar verilmiştir.

Belirlenen müşteri ihtiyaçları KFG takımının yardımı ile beyin fırtınası yöntemiyle; "satış", "kullanım kolaylığı", "dayanıklılık", "çeşitlilik" ve " standardizasyon" olmak üzere 5 grupta toplanmıştır.

Örneğin, "vadeli satış imkanı", "fiyatın düşük olması", "sipariş miktarının doğru olması", "ürünün zamanında teslim edilmesi", "sorunların hızlı çözümü", satış ile ilgili olarak düşünülerek bir grupta toplanmıştır. "kullanımı kolaylaştıracak farklı tasarımların olması", "istiflemeye uygun birbiri içine geçebilen ambalajlar", "otomatik doluma ve etiketlemeye uygunluk" çeşitlilik ile ilgili olarak düşünülmüştür.

Bunların dışında, dayanıklılık ve standardizasyon ile ilgili ihtiyaçlarda gruplandırılmıştır. Tablo 22'de gruplandırılmış müşteri ihtiyaçları görülmektedir

Tablo 22. Müşteri İhtiyaçlarının Gruplandırılmış Olarak Gösterimi

Müşteri İhtiyaçları	
Satış	Vadeli Satış İmkânı
	Sipariş miktarının doğru olması
	Sorunların hızlı çözümü(aktif müşteri hizmetleri)
	Fiyatın daha düşük olması
	Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi
Kullanım Kolaylığı	Kullanımı kolaylaştıran tasarım (kapağın ölçü gibi kullanılması vb)
	İstiflemeye uygun ambalaj
	Otomatik doluma uygunluk
	Otomatik etiketlemeye uygunluk(etiket basıldığında yüzeyin potluk yapmaması vb.)
	Kapağın şişeye iyi oturması
Dayanıklılık	Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması
	Kapağın sızdırma yapmaması
	İklim şartlarına dayanıklılık
	Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık
	Yola dayanıklılık
	Darbelere dayanıklılık
Çeşitlilik	Ürüne uygun ambalaj çeşitliliği olması
	Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi
	Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi olduğunu bilmesi
	Ambalaj ve kapak renk uyumu
	Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslim edilmesi
Standardizasyon	Folyosu iyi yapışmış kapak(folyosuz kapak çıkmaması)
	Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması
	Ambalajın sertliğinde standardın tutması
	Ambalaj renginde standartlık
	Ambalajın ağırlığında standartlık

3.5.3. Anket Formunun Hazırlanması ve Analizi

KFG takımı kararı ile 26 adet müşteri ihtiyacının gruplandırılmasından sonra, 6 müşteri firma ile derinlemesine görüşme yapılarak belirlenen müşteri ihtiyaçlarının önem derecelerinin ve demografik değişkenlerin belirlenmesi amacı ile üç sayfalık bir anket formu hazırlanmıştır. Anket formu EK1’de yer almaktadır.

Uygulamanın yapıldığı şirketin tarım ve kimya sektöründe faaliyet gösteren 150 müşteri firmasına anket formu mail atılmış ve gerekli geri dönüş sağlanamadığı için şirket ile işbirliği halinde anket faaliyetinin sürdürülmesine karar verilmiştir. Mail gönderilen firmalardan bazıları aranarak mailde yer alan anketi doldurmaları istenmiş bu sayede 23 müşterinin internet ortamında yer alan anketi doldurmaları sağlanabilmiştir. Haftanın belirli günlerinde fatura kesimi için ve sipariş vermek üzere şirkete gelen 16 müşteriye de anket uygulanmış, yöneticiler ile müşteri ziyaretlerine gidilerek de 31 müşteriye yüzyüze anket doldurtulmuştur. Sonuçta 70 müşteriye uygulanabilen anket verileri SPSS programına girilerek analiz edilmiştir. Tablo 23’de anketin demografik sorulardan oluşan bölümündeki her bir soru için elde edilen veriler, frekans dağılımı ve yüzdesel dağılım olarak görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde;

Ankete cevap veren müşterilerin %38,6’sının kimya Sektöründe, %61,4’ünün tarım sektöründe faaliyet gösterdiği görülmektedir. Sermaye yapısı bakımından müşteri firmaların %94,3’lük bir oranla yerli özel şirketler oldukları, %4,3’ünün yabancı-yerli ortaklık olarak faaliyet gösterdikleri belirlenmiştir. Firmaların %52,9’unda çalışan sayısının 10’dan az olduğu görülmektedir. Anketi cevaplayan kişilerin %55,7’si işletme sahibiyken, daha sonra %18,6 ile üst kademe yöneticiler gelmekte. %12,9’luk bir pay ile satın alma sorumlusu vb gibi konumlarda görev alan cevaplayıcılar “diğer” seçeneğini seçmişlerdir.

%12,9’u kadın, %87,1’i erkeklerden oluşan cevaplayıcılar arasında hiç okula gitmemiş kişi bulunmamakla birlikte, %67,2’si üniversite mezunu olduğunu belirtmiştir. Üniversite mezunu cevaplayıcıların %20’sinin ziraat mühendisliğinden, %15,7’sinin kimya mühendisliğinden, %14,3’ünün iktisadi ve idari bilimlerden, %1,4’ünün Gıda Mühendisliği, %2,9’unun Çevre Mühendisliği’nden mezun olduğu görülmektedir.

Tablo 23. Demografik Yapı ile İlgili Sonuçlar

Değişkenler	Dağılım(n)	Yüzde(%)
Sektör		
Kimya	27	38,6
Tarım	43	61,4
Sermaye		
Yabancı	1	1,4
Yerli Özel	66	94,3
Yabancı-Yerli Ortaklık	3	4,3
İthalat-İhracat		
Yapılmıyor	26	37,1
Sadece İhracat	7	10,0
Sadece İthalat	4	5,7
Her ikisi de yapılıyor	33	47,1
Çalışan Sayısı		
10'dan az	37	52,9
10-49	28	40,0
50-249	4	5,7
250 ve fazlası	1	1,4
İşletmedeki konum		
İşletme Sahibi	39	55,7
Üst kademe Yönetici	13	18,6
Orta Kademe Yönetici	9	12,9
Alt Kademe Yönetici	0	0
Diğer	9	12,9
Cinsiyet		
Kadın	9	12,9
Erkek	61	87,1
Öğrenim Durumu		
Hiç okula gitmemiş	0	0
İlkokul	2	2,9
Ortaokul	1	1,4
Lise	15	21,4
Ön Lisans	5	7,1
Lisans	34	48,6
Yüksek Lisans	9	12,9
Doktora	4	5,7
Üniversite		
Gıda Mühendisliği	1	1,4
Çevre Mühendisliği	2	2,9
Ziraat Mühendisliği	14	20,0
İşletme Mühendisliği	2	2,9
Kimya Mühendisliği	11	15,7
İktisadi ve İdari Bilimler	10	14,3
Diğer	7	10,0

3.5.4. Müşteri İhtiyaçlarının Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Derinlemesine görüşmenin konusunu oluşturan, müşteri ihtiyaçlarının neler olduğunun tespitinden sonra bu ihtiyaçların müşterilerin gözünde ne derecede önem taşıdığı belirlenmesi amacıyla müşterilerden anketin ikinci bölümünde yer alan müşteri ihtiyaçlarını 5’li likert ölçeğine göre puanlamaları istenmiştir.

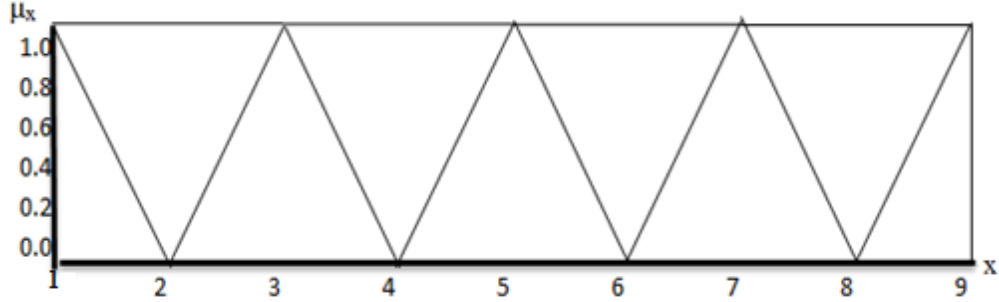
Likert tipi ölçekler genellikle 5 seçenektir. Bu ölçekteki maddelere ilişkin her seçeneğe 1’den 5’e kadar değer verilir. Cronbach alpha katsayısı, ölçek içinde bulunan maddelerin iç tutarlılığının(homojenliğinin) bir ölçüsüdür. İlgili ölçeğin alpha katsayısı ne kadar yüksek olursa “bu ölçekte bulunan maddelerin o ölçüde birbiriyle tutarlı ve aynı özelliğin öğelerini yoklayan maddelerden oluştuğu ya da tüm maddelerin o ölçüde birlikte çalıştığı yorumu yapılır. Alpha katsayısı Tablo 24’de gösterildiği gibi yorumlanır(Alpar,2011,815).

Tablo 24. Güvenilirlik Testi Alpha Katsayısı Açıklamaları

Alpha katsayısı	Açıklama
0,80-1,00	Geliştirilen test/ölçek yüksek güvenilirliğe sahiptir
0,60-0,79	Geliştirilen test oldukça güvenilirdir
0,40-0,59	Geliştirilen testin güvenilirliği düşüktür
0,00-0,39	Geliştirilen test güvenilir değildir.

Çalışmamızda, müşteri ihtiyaçlarının önem derecelerini belirlemede kullanılan anket formunda 26 adet 5’li likert ölçeğine göre hazırlanmış soru bulunmaktadır. Müşterilerin sözel ifadeler ile belirttikleri önem dereceleri bulanık kalite fonksiyon göçerimi analizinde üçgensel bulanık sayılara dönüştürülerek analiz edilmiş olup, güvenilirlik testi yapmak amacıyla, bu sözel değişkenler, 1(hiç önemli değil), 2(önemsiz), 3(ne önemli ne önemsiz), 4(önemli), 5(çok önemli) olarak SPSS programında analiz edilmiş ve alpha katsayısı 0,876 olarak bulunmuştur. Bu sonuç ile, geliştirilen testin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilmektedir.

Müşteri ihtiyaçları önem derecelerine anketlerde verilen değerler bulanık sayıya çevrilirken Kuo ve diğerlerinin(2009) çalışmasında kullanmış oldukları üçgensel bulanık sayılar subjektif bir karar ile seçilmiştir. Müşteri ihtiyaçları önem derecelerini ifade eden üçgensel bulanık sayılar Şekil 20’de gösterilmektedir.



Şekil 20. Müşteri İhtiyaçları Önem Dereceleri İçin Üçgensel Bulanık Sayılar

(Kuo vd:2009:7152)

Sözel değişkenlere karşılık gelen üçgensel bulanık sayılar tablo halinde Tablo 25’de gösterilmektedir. Müşteri ihtiyaçları önem dereceleri ile ilgili yapılacak hesaplamalar sonrasında, bu üçgensel bulanık sayılar ilişki diyagram matrisinde ve planlama matrisinde de girdi olarak kullanılacaktır.

Tablo 25. Müşteri İhtiyaçları Önem Dereceleri Sözel Değişkenler ve Bulanık Değerleri

Sözel Değerler	Üçgensel Bulanık Sayılar
Çok önemli	(8,9,9)
Önemli	(6,7,8)
Ne önemli ne önemsiz	(4,5,6)
Önemsiz	(2,3,4)
Hiç önemli değil	(1,1,2)

Yapılan anket çalışması ile belirlenen müşteri ihtiyaçları önem dereceleri sözel değişkenlerdir. Anketler sonucunda elde edilen bu sözel değişkenler, yukarıda yer alan tablo 25’deki üçgensel bulanık sayılara çevirilerek Excel’e girilmiştir.

Her bir müşteri ihtiyacı için belirlenen üçgensel bulanık değer önem puanlarının ortalaması alınmıştır. Bu sayede her bir müşteri ihtiyacı için yine üçgensel bulanık sayı şeklinde ortalaması elde edilmiştir.

Müşteri ihtiyacı önem derecelerini en önemliden en önemsiz doğru sıralayabilmek için, ikinci bölümde anlatılan durulaştırma ya da sıralama yöntemlerine ihtiyaç vardır.

Farklı sıralama yöntemlerini kullanmak mümkün olmakla birlikte, bu çalışmada, aritmetik ortalaması alınmış bulanık önem dereceleri en yüksek önem derecesinden en düşük önem derecesine doğru ikinci bölümde anlatılan Liou-Wang sıralama yöntemi kullanılarak sıralanmıştır.

Diğer sıralama yöntemleri ile de sıralama yapılırken benzer sonuçların çıktığı görülmüştür. Bu nedenle burada sadece Liou-Wang Sıralama Yönteminin sonuçları tablolatırılmıştır.

Liou-Wang sıralama yöntemine göre sıralanmış müşteri ihtiyaçları önem derecelerine bakıldığında, listenin en üstünde, “ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma yapmaması” isteğinin yer aldığını görmekteyiz. “Kapağın sızdırma yapmaması”, “Kapağın şişeye iyi oturması”, “ Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık” ve “ Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi” müşteri ihtiyaçları en yüksek ortalamalara sahip olup listede ilk 5’de yer aldığı görülmektedir.

“Ambalaj renginde standartlık”, “Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilme”, “Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslimi”, “Vadeli satış imkanı ” ve “Ambalaj kapak renk uyumu” gibi müşteri ihtiyaçları en düşük ortalamaya sahiptir. Sıralanmış müşteri ihtiyaçları önem değerleri ile birlikte Tablo 26’da gösterilmektedir.

Tablo 26. Müşteri İhtiyaçları Önem Dereceleri (Sıralı)

Müşteri İhtiyaçları Önem derecelerine göre sıralı	Bulanık Önem Dereceleri ortalamaları	Sıralanmış önem dereceleri değerleri
11. Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması	(7.8,8.7,8.9)	8,525
12. Kapağın sızdırma yapmaması	(7.7,8.6,8.8)	8,425
10 .Kapağın şişeye iyi oturması	(7.5,8.5,8.7)	8,3
14.Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık	(7.3,8.3,8.6)	8,125
5. Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi	(7.2,8.2,8.5)	8,025
16. Darbelere dayanıklılık	(7.2,8.0,8.6)	7,95
3 .Sorunların hızlı çözümü(aktif müşteri hizmetleri)	(7.1,8.0,8.4)	7,875
15. Yola dayanıklılık	(7.0,8.0,8.4)	7,85
19. Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi olduğunu bilmesi	(7.0,7.9,8.4)	7,8
13. İklim şartlarına dayanıklılık	(6.9,7.9,8.3)	7,75
22. Folyosu iyi yapışmış kapak(folyosuz kapak çıkmaması)	(6.7,7.7,8.2)	7,575
24. Ambalajın sertliğinde standardın tutması	(6.7,7.7,8.2)	7,575
4. Fiyatın daha düşük olması	(6.5,7.5,8.1)	7,4
26.Ambalajın ağırlığında standartlık	(6.5,7.5,8.1)	7,4
23 .Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması	(6.3,7.4,7.9)	7,25
7. İstiflemeye uygun ambalaj	(6.1,7.0,7.7)	6,95
8. Otomatik doluma uygunluk	(5.9,6.9,7.5)	6,8
17. Ürüne uygun ambalaj çeşitliliği olması	(5.9,6.9,7.1)	6,7
2. Sipariş miktarının doğru olması	(3.6,7.5,8.1)	6,675
9. Otomatik etiketlemeye uygunluk	(5.9,6.6,7.5)	6,65
6. Kullanımı kolaylaştıran tasarım	(5.7,6.7,7.4)	6,625
20. Ambalaj ve kapak renk uyumu	(5.6,6.4,7.3)	6,425
1. Vadeli Satış İmkkanı	(3.4,7.2,7.8)	6,4
21. Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslim edilmesi	(5.1,6.1,6.9)	6,05
18. Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi	(3.9,5.6,7.0)	5,525
25. Ambalaj renginde standartlık	(3.8,4.7,6.7)	4,975

Liou-Wang Yöntemi'ne göre yapılan sıralama müşteri ihtiyaçlarından biri üzerinde şu şekilde anlatılabilir;

(m,n,u), üçgensel bulanık sayının elemanlarını temsil etmesi ve [0,1] aralığında yer alacak olan iyimserlik indeksi (α)'nın 0,5 olarak alınması ile, ilk sırada yer alan, “Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma yapmaması” müşteri ihtiyacını temsil eden,(7.8, 8.7, 8.9) üçgensel bulanık sayısı için Liou-Wang yöntemi ile yapılan hesaplama, kullanılan formül ile birlikte aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{aligned}
 I_T^\alpha(\tilde{A}) &= \frac{1}{2} \cdot \alpha(n+u) + \frac{1}{2} \cdot (1-\alpha) \cdot (m+n) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot [\alpha u + n + (1-\alpha) \cdot m] \\
 &= 1/2 \cdot 0.5 \cdot (8.7+8.9) + 1/2 \cdot 0.5 \cdot (7.8+8.7) \\
 &= 0,25 \cdot (17.6) + 0,25 \cdot (16.5) \\
 &= 4.4 + 4.125 \\
 &= 8,525
 \end{aligned}$$

26 adet müşteri ihtiyacının Liou-Wang Sıralama Yöntemine göre hesaplanmış, sonuçları tablo halinde gösterilmiştir.

Tablo 22’de, müşteri ihtiyaçları, “Satış”, “Kullanım Kolaylığı”, “Dayanıklılık” ve Standardizasyon olmak üzere 5 grupta toplanmıştı. Müşteri İhtiyaçları Önem derecelerini grup bazında incelediğimiz zaman, Tablo 27’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek önem derecesine sahip olan grup Dayanıklılık ile ilgili müşteri ihtiyaçlarının yer aldığı müşteri ihtiyacı grubudur. Bu da firmaya müşterilerin en çok hangi konuda sıkıntı yaşadığına dair yöneticilere fikir vermektedir. Bu bilgi firmanın hangi konu üzerine daha çok odaklanması gerektiği konusunda yardımcı olacaktır.

Tablo 27. Gruplar Bazında Müşteri İhtiyacı Önem Dereceleri Ortalamaları

Müşteri İhtiyaçları Grup başlıkları	Ortalama Önem Dereceleri
Dayanıklılık	8,10
Satış	7,27
Kullanım Kolaylığı	7,065
Standardizasyon	6,955
Çeşitlilik	5,41

Müşteri İhtiyaçları önem derecelerinin belirlenmesinde kullanılan anketlerin büyük bir kısmı yüzyüze doldurulmuştur. Önem derecelerini belirlerken, müşterilerin daha çok, yaşadıkları sorunları düşünerek derecelendirme yaptıkları dikkati çekmiş, bu durum göz önünde bulundurulacak olunursa, yukarıda yer alan tablo, aynı zamanda firmanın müşterilerinin dayanıklılık ve satış ile ilgili konularda memnuniyetsizliklerini de ortaya çıkarmaktadır.

Bulanık sayılar kullanılarak hesaplanan müşteri ihtiyaçları önem dereceleri sıralamasının, kesin değerler kullanılarak hesaplanan müşteri ihtiyaçları önem dereceleri sıralaması ile kıyaslamasının yapılabilmesi için, anketler aracılığı ile elde edilen müşteri ihtiyaçları önem dereceleri ile ilgili sözel veriler, 1(hiç önemli değil),2(Önemsiz), 3 (ne önemli ne önemsiz), 4 (Önemli) ve 5 (çok önemli)'yi temsil edecek şekilde kesin değerlere dönüştürülerek her bir müşteri ihtiyacı için önem dereceleri ortalamaları hesaplanmıştır. Böylelikle Klasik Mantık ve Bulanık Mantık yaklaşımları ile ele alınan müşteri ihtiyaçları önem dereceleri kıyaslanabilmiştir. Tablo 28'de her iki yaklaşımla da yapılan hesaplamaların sonucunda elde edilen müşteri ihtiyaçları önem dereceleri sıralanmış bir şekilde görülmektedir.

Bulanık mantık ve klasik mantığa göre sıralanmış müşteri ihtiyaçları önem derecelerine bakıldığı zaman; ilk on sırada aynı müşteri ihtiyaçlarının olduğu görülmektedir. Ancak, alt sıralara doğru inildikçe, bazı müşteri ihtiyaçlarının farklı sıra numarasına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin; "Ambalaj renginde standartlık" müşteri ihtiyacı, klasik mantığa göre yapılan sıralamada 12. sırada yer alırken, bulanık mantığa göre yapılan sıralamada son sırada yani 26. sıradadır. Aynı şekilde, " Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilme" müşteri ihtiyacı klasik mantık yaklaşımı ile 19. sırada iken, bulanık mantık yaklaşımı ile 25. sıraya yerleşmiştir. Tablo 28 incelendiği zaman, ilk 10 sıra hariç, müşteri İhtiyaçları önem derecesi sıralamasının Bulanık Mantık ve Klasik Mantık yaklaşımı açısından kıyaslandığında farklılık gösterdiği görülmektedir.

KFG'nin bundan sonraki aşamalarında, çalışmanın konusunu oluşturan bulanık mantık yaklaşımı ile elde edilen müşteri ihtiyaçları önem dereceleri kullanılmıştır.

Tablo 28. Müşteri İhtiyaçları Önem Derecelerinin Kesin ve Bulanık Değerlere Göre Sıralaması

M.İ. Kesin Değerler Sıralama	M.İ. Önem Derecesi Sıra No	M. İ. Bulanık Değerler Sıralama
11.Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması	1	11. Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması
12.Kapağın sızdırma yapmaması	2	12. Kapağın sızdırma yapmaması
10.Kapağın şişeye iyi oturması	3	10 .Kapağın şişeye iyi oturması
14.Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık	4	14.Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık
5.Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi	5	5. Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi
16.Darbelere dayanıklılık	6	16. Darbelere dayanıklılık
3.Sorunların hızlı çözümü(aktif müşteri hizmetleri)	7	3. Sorunların hızlı çözümü(aktif müşteri hizmetleri)
15.Yola dayanıklılık	8	15. Yola dayanıklılık
19.Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi olduğunu bilmesi	9	19. Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi olduğunu bilmesi
13.İklim şartlarına dayanıklılık	10	13. İklim şartlarına dayanıklılık
24.Ambalajın sertliğinde standardın tutması	11	22. Folyosu iyi yapışmış kapak(Folyosuz kapak çıkmaması)
25.Ambalaj renginde standartlık	12	24. Ambalajın sertliğinde standardın tutması
22.Folyosu iyi yapışmış kapak(Folyosuz kapak çıkmaması)	13	4. Fiyatın daha düşük olması
2.Sipariş miktarının doğru olması	14	26.Ambalajın ağırlığında standartlık
4.Fiyatın daha düşük olması	15	23 .Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması
26.Ambalajın ağırlığında standartlık	16	7. İstiflemeye uygun ambalaj
23.Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması	17	8. Otomatik doluma uygunluk
1.Vadeli Satış İmkani	18	17. Ürüne uygun ambalaj çeşitliliği olması
18.Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi	19	2. Sipariş miktarının doğru olması
7.İstiflemeye uygun ambalaj	20	9. Otomatik etiketlemeye uygunluk
17.Ürüne uygun ambalaj çeşitliliği olması	21	6. Kullanımı kolaylaştıran tasarım
8.Otomatik doluma uygunluk	22	20. Ambalaj ve kapak renk uyumu
9.Otomatik etiketlemeye uygunluk(etiket basıldığında yüzeyin potluk yapmaması vb.)	23	1. Vadeli Satış İmkani
6.Kullanımı kolaylaştıran tasarım	24	21. Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslim edilmesi
20.Ambalaj ve kapak renk uyumu	25	18. Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi
21.Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslim edilmesi	26	25. Ambalaj renginde standartlık

3.5.5. Müşteri ihtiyaçlarına Göre Rekabet Analizinin Yapılması ve Planlama Matrisinin oluşturulması

Rekabet Analizinin yapılması için birden fazla işletmenin belirlenmesi gerekmektedir. KFG takımı ile konuşularak firmaya rakip olabilecek 2 firma seçilmiştir. Hazırlanan anket ile firma yöneticilerinin kendi firmalarını ve rakip firmaları, belirlenen müşteri ihtiyaçları açısından (çok kötü, kötü, normal, iyi, çok iyi) olacak şekilde sözel değişkenler ile değerlendirmesi istenmiş. Rekabet değerlendirmesi için hazırlanan anket EK2’de yer almaktadır.

Müşteri ihtiyaçları göz önünde bulundurularak yapılan rekabet değerlendirmesi sonuçları Tablo 29’da görülmektedir.

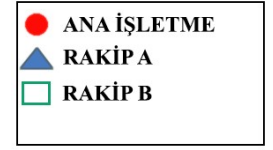
Rekabet değerlendirmesi sonuçlarına bakıldığı zaman, firmanın tekrar gözden geçirmesi gereken ve rakiplerle kıyaslamalar yaparak kendini geliştirmesi gereken önemli müşteri ihtiyaçlarının olduğu görülmektedir.

Müşteri ihtiyaçlarına verilen önem puanları da göz önünde bulundurulduğu zaman görülmektedir ki, müşterilerce önemli olan ihtiyaçların bazılarında rakipler, firmaya kıyasla daha iyi durumdadırlar. Örneğin, önem puanı sıralamasında ilk üç sırada yer alan; “ek yerlerinden patlama ve sızdırma yapmaması”, “kapaktan sızdırma yapmaması”, kapağın şişeye iyi oturması” müşteri ihtiyaçlarında firma, A rakibine kıyasla kendisine daha düşük puan vermiştir.

Müşterilerce de önemli bulunan bu müşteri ihtiyaçlarının karşılanması konusunda firmanın eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Siparişi verilen ambalajların zamanında teslim edilmesi konusunda da A rakibinin daha iyi olduğu görülmektedir.

Önem derecelerini gösteren tabloya baktığımız zaman da “Ürünün zamanında teslim edilmesi” müşteri ihtiyacının beşinci sırayı alarak yine müşterilerce önemli bulunan bir müşteri ihtiyacı olduğunu görmekteyiz.

Tablo 29. Müşteri İhtiyaçları Rekabet Değerlendirmesi



Müşteri İhtiyaçları	İşletme performansı	Rakip A Performansı	Rakip B Performansı	Değerlendirme				
				Çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi
Vadeli Satış İmkanı	çok iyi	çok iyi	kötü					
Sipariş Mitanının doğru olması	iyi	iyi	iyi					
Sorunların hızlı çözümü	iyi	iyi	orta					
Fiyatın daha düşük olması	iyi	orta	iyi					
Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi	Orta	çok iyi	kötü					
Kullanımı kolaylaştıran tasarım	çok iyi	çok iyi	çok iyi					
İstiflemeye uygun ambalaj	çok iyi	çok iyi	çok iyi					
Otomatik doluma uygunluk	iyi	çok iyi	orta					
Otomatik etiketlemeye uygunluk	iyi	çok iyi	çok iyi					
Kapağın şişeye iyi oturması	iyi	çok iyi	orta					
Ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması	iyi	çok iyi	iyi					
Kapaktan sızdırma yapmaması	iyi	çok iyi	orta					
İklim şartlarına dayanıklılık	iyi	iyi	iyi					
Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık	iyi	iyi	iyi					
Yola dayanıklılık	çok iyi	çok iyi	çok iyi					
Darbelere dayanıklılık	çok iyi	çok iyi	çok iyi					
ürüne uygun ambalaj çeşitliliğinin olması	çok iyi	çok iyi	orta					
Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi	orta	iyi	kötü					
Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi olduğunu bilmesi	çok iyi	çok iyi	iyi					
Anbalaj-kapak renk uyumu	iyi	iyi	orta					
Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslimi	kötü	kötü	orta					
Folyosuz kapak çıkmaması	çok iyi	çok iyi	orta					
şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması	orta	iyi	orta					
Ambalajın sertliğinde standardın tutması	iyi	iyi	orta					
Ambalaj renginde standartlık	orta	iyi	orta					
Ambalajın ağırlığında standartlık	orta	iyi	orta					

“Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilme”, “Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması”, “Ambalaj renginde ve ağırlığında standartlık”, “otomatik etiketlemeye uygunluk” gibi düşük önem önem derecesine sahip müşteri ihtiyacında da yine firma rakiplerine kıyasla geride kalmaktadır. “Otomatik doluma uygunluk” müşteri ihtiyacı değerlendirmesinde A ve B rakiplerinin arasında yer almaktadır. “Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslimi” konusunda da kötü bir değerlendirmeye sahip olduğu görülmektedir.

Ayrıca KFG takımı her bir müşteri ihtiyacı için işletme hedef değerlerini belirlemiştir. Yine planlama matrisinde de, elde edilen sözel değerler üçgensel bulanık sayılar ile ifade edilmiştir. Önem derecelerini bulanıklaştırmada kullanılan üçgensel bulanık

sayılar planlama matrisinde de kullanılmıştır. Tablo 30’da rekabet analizinde de kullanılan üçgensel bulanık sayılar ve sözel değerleri görülmektedir.

Tablo 30. Rekabet Analizinde Kullanılan Üçgensel Bulanık Sayılar

Sözel Değerler	Üçgensel Bulanık Sayılar
Çok iyi	(8,9,9)
İyi	(6,7,8)
Orta	(4,5,6)
Kötü	(2,3,4)
Çok kötü	(1,1,2)

EK2’de yer alan form firma yetkilileri tarafından doldurulurken Tablo 30’da gösterilen sözel değişkenler kullanılmıştır. Tablo 31’de Firmanın, rakip firmaları ve kendi mevcut durumunu sözel değişkenler ile nasıl değerlendirdiği ve hedefinin ne olduğu görülmektedir.

Daha sonra bu sözel değişkenler, Tablo 30’da yer alan ölçek kullanılarak üçgensel bulanık sayılara çevrilecek ve iyileştirme oranı ve sonrasında da mutlak önem değerlerinin hesaplanmasında kullanılacaktır.

Elde edilen mutlak önem puanları da üçgensel bulanık sayılar şeklinde elde edilecek ve kalite evinde bu şekilde yer alacaktır.

Müşteriler ile yapılan görüşme sonucunda, her bir müşterinin farklı bir firmayı sö konusu firmaya rakip olarak görmesi nedeni ile orta nokta bulunamamış ve değerlendirmelerde de zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Bu nedenle rekabet değerlendirmesini KFG takımı yerine getirmiştir ve firma için hedef değerler de belirlenmiştir.

Tablo 31’de de görüldüğü üzere, firmanın müşteri ihtiyaçlarını karşılama açısından, rakip firmalara kıyasla kendisini geliştirmesi gereken konular söz konusudur. Birçok konuda firma, Rakip A’yı daha iyi olarak değerlendirmiştir. Ancak fiyat konusunda A firmasının kendisine ve B firmasına göre daha yüksek fiyatta satış yaptığını ve bunun da müşterilerde memnuniyetsizlik yaratacağını düşünmektedir.

“Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilme” müşteri ihtiyacında, kendisini “orta” sözel değişkeni ile değerlendirirken, bu müşteri ihtiyacının karşılanmasının maliyet artışına sebep olacağını ve bu ihtiyacı karşılamada “ çok iyi” olmak istemediğini hatta kötü olmak istediğini belirtmiştir.

Tablo 31. Rekabet ve Hedef Değerlendirmesi(Sözel Değişkenler)

Müşteri İhtiyaçları	OrtalamaÖnem(Bulanık)	İşletme Performansı	Rakip A	Rakip B	Hedef
M.İ.1	(3.4,7.2,7.8)	Çok iyi	Çok İyi	Kötü	Çok İyi
M.İ.2	(3.6,7.5,8.1)	İyi	İyi	İyi	Çok İyi
M.İ.3	(7.1,8.0,8.4)	İyi	İyi	Orta	Orta
M.İ.4	(6.5,7.5,8.1)	İyi	Orta	İyi	Çok İyi
M.İ.5	(7.2,8.2,8.5)	Orta	Çok İyi	Kötü	Çok İyi
M.İ.6	(5.7,6.7,7.4)	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
M.İ.7	(6.1,7.0,7.7)	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Orta
M.İ.8	(5.9,6.9,7.5)	İyi	Çok İyi	Orta	Orta
M.İ.9	(5.9,6.6,7.5)	İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
M.İ.10	(7.5,8.5,8.7)	İyi	Çok İyi	Orta	Çok İyi
M.İ.11	(7.8,8.7,8.9)	İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi
M.İ.12	(7.7,8.6,8.8)	İyi	Çok İyi	Orta	İyi
M.İ.13	(6.9,7.9,8.3)	İyi	İyi	İyi	Çok İyi
M.İ.14	(7.3,8.3,8.6)	İyi	İyi	İyi	İyi
M.İ.15	(7.0,8.0,8.4)	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
M.İ.16	7.2,8.0,8.6)	Çok iyi	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
M.İ.17	(5.9,6.9,7.1)	Çok İyi	Çok İyi	Orta	İyi
M.İ.18	(3.9,5.6,7.0)	Orta	İyi	Kötü	Kötü
M.İ.19	(7.0,7.9,8.4)	Çok İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi
M.İ.20	(5.6,6.4,7.3)	İyi	İyi	Orta	Orta
M.İ.21	(5.1,6.1,6.9)	Kötü	Kötü	Orta	Orta
M.İ.22	(6.7,7.7,8.2)	Çok İyi	Çok İyi	Orta	Çok İyi
M.İ.23	(6.3,7.4,7.9)	Orta	İyi	Orta	İyi
M.İ.24	(6.7,7.7,8.2)	İyi	İyi	Orta	Çok İyi
M.İ.25	(3.8,4.7,6.7)	Orta	İyi	Orta	Çok iyi
M.İ.26	(6.5,7.5,8.1)	Orta	İyi	Orta	Çok İyi

Bütün müşteri ihtiyaçları ile ilgili firmanın ve rakiplerin durumu değerlendirilip, hedef değerler de belirlendikten sonra bu alanlarda yapılacak iyileştirmelerin satış potansiyelini nasıl etkileyeceğine karar verilmiştir. Satış noktası puanları, ürün geliştirmeye yönelik çabaların rekabet açısından avantaj yaratacak nitelikte olanlarının önemini vurgulamak için kullanılır. Satış noktası puanları bir çok uygulamada Tablo 32’deki gibidir:

Literatür taraması sonucu Bulanık Kalite fonksiyon Göçerimi uygulamalarında satış noktası puanlarının kesin değerler olarak uygulamaya dahil edildiği görülmüştür.

Satış noktası puanlarında bir belirsizlik görülmemekte, o müşteri ihtiyacına dair bir iyileştirme yapılması durumunda firmanın satış potansiyelinin ne derecede değişime uygulayacağını, satış potansiyelini artırır, önemli derecede artırır şeklinde sözel değişkenler ile ifade etmektedir.

Tablo 32. Satış Noktası Puanları

Satış Potansiyeli	Satış Noktası Puanı
Satış Potansiyelini önemli derecede artırır	1,5
Satış Potansiyelini artırır	1.2
Satış potansiyelini etkilemez(statüko)	1.0

Müşteri İhtiyaçları planlama matrisindeki bir diğer sütunda ise her bir ürün özelliği ile ilgili iyileştirme oranı sütunudur. Bu sütunda, hedef sütununda yer alan değere ulaşmak için gerek duyulan gelişmeyi temsil eden hesaplanmış değerler yer almaktadır. İyileştirme oranı değerleri, hedef sütundaki değerlerin firmanın mevcut durumunu gösteren değerlere bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Anket sonuçlarındaki sözel değişkenler bulanık sayılar ile ifade edildiği için iyileştirme oranını hesaplariken üçgensel bulanık sayılarda bölme işlemi yapılmıştır. Kalite Hedef Düzeyi, (m_1, n_1, u_1) ve Firmanın mevcut durumu, (m_2, n_2, u_2) üçgensel bulanık sayıları ile gösterilmek üzere;

İyileştirme Oranı = Kalite Hedef Düzeyi / Firmanın Mevcut Durumu

$$\begin{aligned} \text{Bulanık İyileştirme Oranı} &= (m_1, n_1, u_1) \oslash (m_2, n_2, u_2) \\ &= (m_1/u_2, n_1/n_2, u_1/m_2) \end{aligned}$$

Şeklinde hesaplanmıştır.

İlk Müşteri İhtiyacı, “Vadeli Satış İmkani” için iyileştirme oranı hesaplırsak;

Firma bu müşteri ihtiyacına göre kendi mevcut durumunu çok iyi, hedef değerini de çok iyi olarak değerlendirmiştir. Tablo 30’da yer alan ölçeğe göre “Çok iyi” sözel değişkenine karşılık gelen üçgensel bulanık sayı, $(8,9,9)$ ’dur. Buna Göre üçgensel bulanık sayılar için bölme işlemi yaparsak;

$$\text{İO}_{\text{M1}}=(8,9,9) \otimes (8,9,9)=(8/9, 9/9,9/8)=(0.9, 1, 1.1)$$

Bu şekilde her bir müşteri ihtiyacı için iyileştirme oranı yukarıda yer alan örnekte görüldüğü gibi hesaplanmıştır.

İşletmenin stratejik kararlar almasına yardımcı olacak mutlak önem düzeyleri, her bir müşteri ihtiyacı için belirlenmiş ortalama önem puanlarının, satış potansiyeli değerleri ve iyileştirme oranı değerlerinin çarpılması ile elde edilmektedir.

$$\text{Mutlak Önem Düzeyi} = \text{Ortalama Önem Derecesi} \otimes \text{İyileştirme Oranı} \otimes \text{Satış Noktası Puanı}$$

Önceki aşamalarda önem derecesi ortalamaları ve iyileştirme oranları üçgensel bulanık sayılar olarak elde edilmiş olup, bulanık sayılarda çarpma işlemi uygulanırken, satış noktası puanı bulanık sayıya çevrilmeden skalar çarpım yardımı ile çarpma işlemine dahil edilmiştir.

Sonuçta elde edilen mutlak önem düzeyleri de yine bulanık üçgensel sayılar olup, kalite evinde de bu şekilde kullanılacaktır.

İyileştirme oranının nasıl bulunduğu yukarıda gösterilen, satış noktası puanı,(1.2) ve ortalama önem düzeyi(3.4,7.2,7.8) olan “vadeli satış imkanı” müşteri ihtiyacı için yukarıdaki formülü kullanarak mutlak önem düzeyi hesaplırsak;

$$\text{Mutlak Önem Düzeyi}=(3.4,7.2,7.8) \otimes (0.9,1,1.1) \otimes (1.2)=(3.6, 8.7, 10.6)$$

Bu şekilde, her bir müşteri ihtiyacı için mutlak önem düzeyleri hesaplanmıştır.

Kalite Evine yerleştirilecek ve teknik karakteristiklerin önem derecelerini hesaplamak için kullanılacak olan önem değerleri bu aşamada elde edilen mutlak önem değerleridir.

Herbir müşteri ihtiyacı için hesaplanan mutlak önem düzeyleri Tablo33'de görülmektedir.

Tablo 33. Müşteri İhtiyaçları Planlama Matrisi (Bulanık Değerler)

Müşteri İhtiyaçları	Ortalama Önem	Satış Noktası Puanı	İyileştirme Oranı	Mutlak Önem
M.İ.1	(3.4,7.2,7.8)	1,2	(0.9,1.0,1.1)	(3.6,8.7,10.6)
M.İ.2	(3.6,7.5,8.1)	1,2	(1.0,1.3,1.5)	(4.4,11.6,14.6)
M.İ.3	(7.1,8.0,8.4)	1,2	(0.5,0.7,1.0)	(4.2,6.9,10.1)
M.İ.4	(6.5,7.5,8.1)	1,5	(1.0,1.3,,1.5)	(9.8,14.5,18.2)
M.İ.5	(7.2,8.2,8.5)	1,2	(1.3,1.8,2.3)	(11.5,17.7,23.1)
M.İ.6	(5.7,6.7,7.4)	1,5	(0.9,1.0,1.1)	(7.7,10.1,12.5)
M.İ.7	(6.1,7.0,7.7)	1,5	(0.4,0.6,0.8)	(4.0,5.9,8.7)
M.İ.8	(5.9,6.9,7.5)	1	(0.5,0.7,1.0)	(3.0,4.9,7.5)
M.İ.9	(5.9,6.6,7.5)	1	(1.0,1.3,1.5)	(5.9,8.5,11.2)
M.İ.10	(7.5,8.5,8.7)	1,2	(1.0,1.3,1.5)	(9.0,13.1,15.6)
M.İ.11	(7.8,8.7,8.9)	1,5	(1.0,1.3,1.5)	(11.7,16.9,20.0)
M.İ.12	(7.7,8.6,8.8)	1,5	(0.8,1.0,1.3)	(8.6,12.9,17.6)
M.İ.13	(6.9,7.9,8.3)	1,2	(1.0,1.3,1.5)	(8.3,12.2,15.0)
M.İ.14	(7.3,8.3,8.6)	1,2	(0.8,1.0,1.3)	(6.5,9.9,13.7)
M.İ.15	(7.0,8.0,8.4)	1,2	(0.9,1.0,1.1)	(7.5,9.6,11.4)
M.İ.16	7.2,8.0,8.6)	1,2	(0.9,1.0,1.1)	(7.7,9.6,11.6)
M.İ.17	(5.9,6.9,7.1)	1,2	(0.7,0.8,1.0)	(4.8,6.5,8.6)
M.İ.18	(3.9,5.6,7.0)	1	(0.3,0.6,1.0)	(1.3,3.4,7.0)
M.İ.19	(7.0,7.9,8.4)	1,2	(0.9,1.0,1.1)	(7.4,9.5,11.4)
M.İ.20	(5.6,6.4,7.3)	1,2	(0.5,0.7,1.0)	(3.3,5.5,8.8)
M.İ.21	(5.1,6.1,6.9)	1,2	(1.0,1.7,3.0)	(6.2,12.2,24.9)
M.İ.22	(6.7,7.7,8.2)	1,2	(0.9,1.0,1.1)	(7.2,9.3,11.1)
M.İ.23	(6.3,7.4,7.9)	1	(1.0,1.4,2.0)	(6.3,10.3,15.9)
M.İ.24	(6.7,7.7,8.2)	1,2	(1.0,1.3,1.5)	(8.0,11.9,14.7)
M.İ.25	(3.8,4.7,6.7)	1,2	(1.3,1.8,2.3)	(6.1,10.2,18.2)
M.İ.26	(6.5,7.5,8.1)	1,2	(1.3,1.8,2.3)	(10.4,16.2,21.8)

3.6.KFG Teknik Bilgiler Bölümünün Oluşturulması

Müşteri istek ve ihtiyaçlarının üretim aşamasına taşınabilmesi için her bir müşteri ihtiyacının teknik karakteristikler olarak ifade edilebilmeleri gerekmektedir. Yapılan çalışmada teknik karakteristikler KFG takımının görüşü alınarak belirlenmiştir. KFG takımı ile tartışarak her bir müşteri ihtiyacı için belirlenmiş olan 26 adet teknik karakteristikler Tablo 34'de gösterilmektedir. Üzerinde görüş birliğine varılan teknik karakteristikler, daha sonra kalite evine aktarılacaktır.

Tablo 34. Teknik Karakteristikler

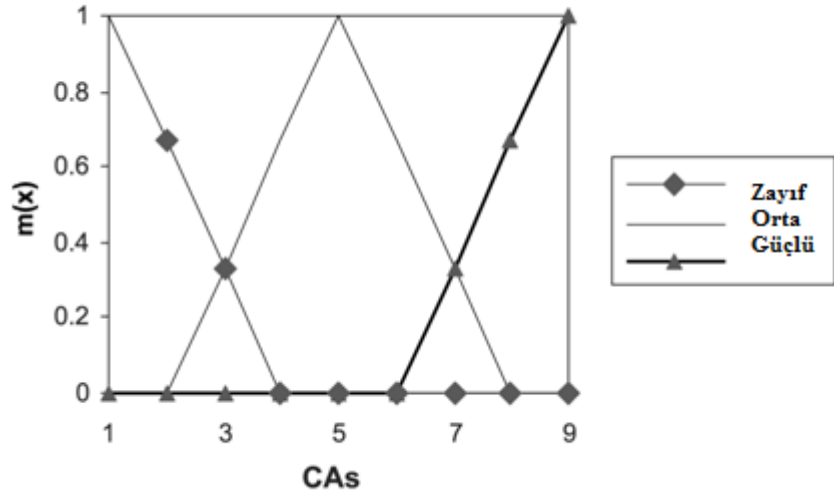
T.K.1	Aval poliçeli banka teminatı
T.K.2	± %10 sipariş miktarı
T.K.3	Müşteri ile diyalog sağlayacak personel alımı
T.K.4	Çok çeneli makine ile çalışmak
T.K.5	Üretim, sevkiyat ve stok planlaması
T.K.6	Ar-Ge yatırımlarının yapılması
T.K.7	İç içe geçebilen kilitli ambalaj
T.K.8	Ambalaj ağız yapısının uygun olması
T.K.9	Ambalaj yüzeyinin pürüzsüz olması
T.K.10	Şişe ağzının iyi frezelenmesi
T.K.11	Şişe ağız çapının uygun olması
T.K.12	Hammadde kalitesinin artırılması
T.K.13	Kapağın şişe boynuna iyi oturması
T.K.14	Ambalaj gramajının artırılması
T.K.15	Kalıp tasarımının iyi yapılması
T.K.16	Parison sertlik ayarının iyi yapılması
T.K.17	Üretici firmada kalıp çeşitliliğinin bulunması
T.K.18	Tasarım maliyeti
T.K.19	Kilitli Kapak
T.K.20	Kapak emniyet bandı
T.K.21	Klişe yaptırılması
T.K.22	Doğru ekipman kullanımı
T.K.23	Kalite Kontrol Faaliyetlerinin yapılması
T.K.24	Standart renk kartlarının kullanımı
T.K.25	Hammadde standardizasyonu
T.K.26	Ventilli kapak kullanımı

3.7.Müşteri İhtiyaçları ile Teknik Karakteristikler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Müşteri ihtiyaçları ve Teknik Karakteristikleri belirlendikten sonra kalite evi oluşturulmaya başlanmıştır.

Müşteri ihtiyaçları ve Teknik karakteristikler arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için KFG takımının bilgisine başvurulmuştur. İlişki Matrisinin oluşturulması için kalite fonksiyon göçerimi takımının doldurduğu form EK3’de yer almaktadır.

İlişki düzeyleri (güçlü, orta, zayıf) şeklinde sözel olarak belirlendikten sonra, üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmiştir. Üçgensel bulanık sayılar olarak, Ramasamy ve Selladurai (2012)’nin çalışmalarında kullandıkları Şekil 21’de gösterilen bulanık sayılar kullanılmıştır.



Şekil 21. İlişki Diyagram Matrisinde Kullanılan Bulanık Sayılar

Tablo 35’de rekabet analizinde de kullanılan üçgensel bulanık sayılar ve sözel değerleri görülmektedir

Tablo 35. İlişki Diyagram Matrisinde Kullanılan Bulanık Sayılar

Sözel Değerler	Üçgensel Bulanık Sayılar
Zayıf	(1,1,4)
Orta	(2,5,8)
Güçlü	(6,9,9)

Teknik karakteristikler ile müşteri istekleri arasındaki ilişkiyi belirleme amacının; her bir teknik karakteristiğin, müşteri isteklerini karşılamadaki etkisini belirlemek olduğu söylenmişti. Böylece teknik karakteristiklerin önem dereceleri belirlenebilecek ve buna göre iyileştirmeye hangi teknik karakteristikten başlanmasının daha faydalı olacağına karar verilebilecektir. Bunu belirlemenin yolu da herbir teknik karakteristiğe ait teknik önem derecesi puanının hesaplanmasıdır.

Her bir müşteri ihtiyacı ve teknik karakteristik arasındaki ilişkiyi gösteren ilişki diyagram matrisinde yer alan sözel değişkenlerin, üçgensel bulanık sayılar ile ifade edilmiş hali Şekil 22’de görülmektedir.

	M.İ. Mutlak Önem Derecesi	T.K.1	T.K.2	T.K.3	T.K.4	T.K.5	T.K.6	T.K.7	T.K.8	T.K.9	T.K.10	T.K.11	T.K.12	T.K.13	T.K.14	T.K.15	T.K.16	T.K.17	T.K.18	T.K.19	T.K.20	T.K.21	T.K.22	T.K.23	T.K.24	T.K.25	T.K.26	
M.İ.1	(3,6,8,7,10,4)	(6,9,9)											(2,5,8)													(2,5,8)		
M.İ.2	(4,4,11,6,14,6)		(6,9,9)			(2,5,8)	(1,1,4)																					
M.İ.3	(4,2,6,9,10,1)			(6,9,9)		(2,5,8)	(1,1,4)																	(2,5,8)				
M.İ.4	(9,8,14,5,18,2)	(2,5,8)			(6,9,9)	(2,5,8)	(2,5,8)	(1,1,4)					(2,5,8)				(2,5,8)		(1,1,4)					(1,1,4)		(2,5,8)		
M.İ.5	(11,5,17,7,23,1)			(2,5,8)		(6,9,9)																	(6,9,9)	(2,5,8)				
M.İ.6	(7,7,10,1,12,5)						(6,9,9)	(2,5,8)						(2,5,8)														
M.İ.7	(4,0,5,9,8,7)					(2,5,8)	(2,5,8)	(6,9,9)								(2,5,8)	(2,5,8)		(2,5,8)									
M.İ.8	(3,0,4,9,7,5)								(6,9,9)			(6,9,9)		(2,5,8)		(2,5,8)	(2,5,8)			(1,1,4)	(1,1,4)		(2,5,8)	(2,5,8)				
M.İ.9	(5,9,8,5,11,2)						(2,5,8)			(6,9,9)			(2,5,8)		(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)										(1,1,2)	
M.İ.10	(9,0,13,1,15,6)										(6,9,9)			(2,5,8)										(1,1,4)		(1,1,4)	(2,5,8)	(2,5,8)
M.İ.11	(11,7,6,9,20,0)						(2,5,8)					(6,9,9)	(6,9,9)	(1,1,4)	(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)								(2,5,8)	(2,5,8)		
M.İ.12	(8,6,12,9,17,6)						(2,5,8)		(2,5,8)		(2,5,8)	(6,9,9)	(6,9,9)	(2,5,8)	(1,1,4)	(1,1,4)	(1,1,4)							(1,1,4)	(1,1,4)	(2,5,8)	(1,1,4)	
M.İ.13	(3,3,12,2,15,0)						(1,1,4)						(6,9,9)	(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)	(1,1,4)							(1,1,4)		(2,5,8)	(1,1,4)	
M.İ.14	(6,5,9,9,13,7)						(2,5,8)						(2,5,8)		(6,9,9)	(2,5,8)	(2,5,8)							(2,5,8)	(2,5,8)	(1,1,4)	(2,5,8)	(6,9,9)
M.İ.15	(7,5,9,6,11,4)						(1,1,4)						(2,5,8)			(6,9,9)	(2,5,8)		(1,1,4)	(1,1,4)	(2,5,8)		(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)	(1,1,4)
M.İ.16	(7,5,9,6,11,4)						(1,1,4)						(2,5,8)		(2,5,8)	(2,5,8)	(6,9,9)		(1,1,4)					(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)	(2,5,8)	
M.İ.17	(4,8,6,5,8,6)						(2,5,8)											(2,5,8)	(2,5,8)						(2,5,8)			
M.İ.18	(1,3,3,4,7,0)			(2,5,8)																					(2,5,8)			
M.İ.19	(7,4,9,5,11,4)						(1,1,4)													(6,9,9)	(2,5,8)							
M.İ.20	(3,3,5,5,8,8)																							(2,5,8)	(2,5,8)	(6,9,9)	(2,5,8)	
M.İ.21	(6,2,12,2,24,9)																	(2,5,8)				(6,9,9)						
M.İ.22	(7,2,9,3,11,1)																								(1,1,4)			
M.İ.23	(6,3,10,3,15,9)								(2,5,8)		(2,5,8)													(1,1,4)		(2,5,8)	(6,9,9)	(2,5,8)
M.İ.24	(8,0,11,9,14,7)																								(6,9,9)	(2,5,8)		(6,9,9)
M.İ.25	(6,1,10,2,18,2)																								(2,5,8)	(6,9,9)		
M.İ.26	(10,4,10,2,21,8)																							(1,1,4)		(6,9,9)	(2,5,8)	
T.K. Önem Derecesi	a1 a2 a3	41,25 150,53 240,58	26,13 104,54 131,22	55,28 178,91 389,91	58,76 130,43 163,45	113,70 353,64 620,13	188,00 525,52 1191,63	49,39 117,78 250,60	47,56 160,48 335,54	35,23 76,54 100,86	83,67 234,04 408,13	139,67 312,50 406,51	253,40 681,63 1086,25	84,66 283,03 625,96	114,83 337,61 656,03	147,62 438,56 874,48	159,74 462,08 959,89	21,82 93,12 267,57	76,52 147,00 575,38	63,59 84,68 248,24	54,45 163,23 391,85	36,93 73,03 224,02	279,14 737,58 1345,51	241,62 800,95 1744,58	56,35 125,04 242,85	210,02 679,01 1350,05	54,93 81,25 228,73	

Sekil 22. Bulanık İlişki Diyagram Matrisi

3.8. Teknik Korelasyonların Belirlenmesi ve Analizi

Müşteri isteklerini karşılamak amacıyla belirlenen teknik karakteristikler arasında olumlu ya da olumsuz etkileşimler olabilir. Yani bir teknik karakteristikte olumlu yönde gelişme sağlanması, bir diğerini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. Bu tür etkileşimlerin görülmesi için “kalite evi” adının konmasına vesile olan “çatı matrisi” ya da diğer adıyla “korelasyon matrisi” kullanılır. Bu matriste her hücre; iki farklı teknik karakteristik arasındaki korelasyonu temsil eder. Bu çalışmada teknik karakteristiklerin birbiri ile olan ilişkisini gösterebilmek için iki sembol kullanılmıştır:

√: Olumlu ilişki

X: Olumsuz ilişki

Çatı Matrisinin karmaşıklığı ve doldurma zorluğu nedeni ile teknik karakteristikler kare matris haline getirilmiş ve kalite fonksiyon göçerimi takımının bu şekilde matrisi doldurmaları istenmiştir. Oluşturulan ve takım tarafından doldurulması istenen korelasyon matrisi EK4’de yer almaktadır. Daha sonra elde edilen bilgiler çatı matrisine aktarılmış ve Şekil 23’de görülen sonuçlar elde edilmiştir.

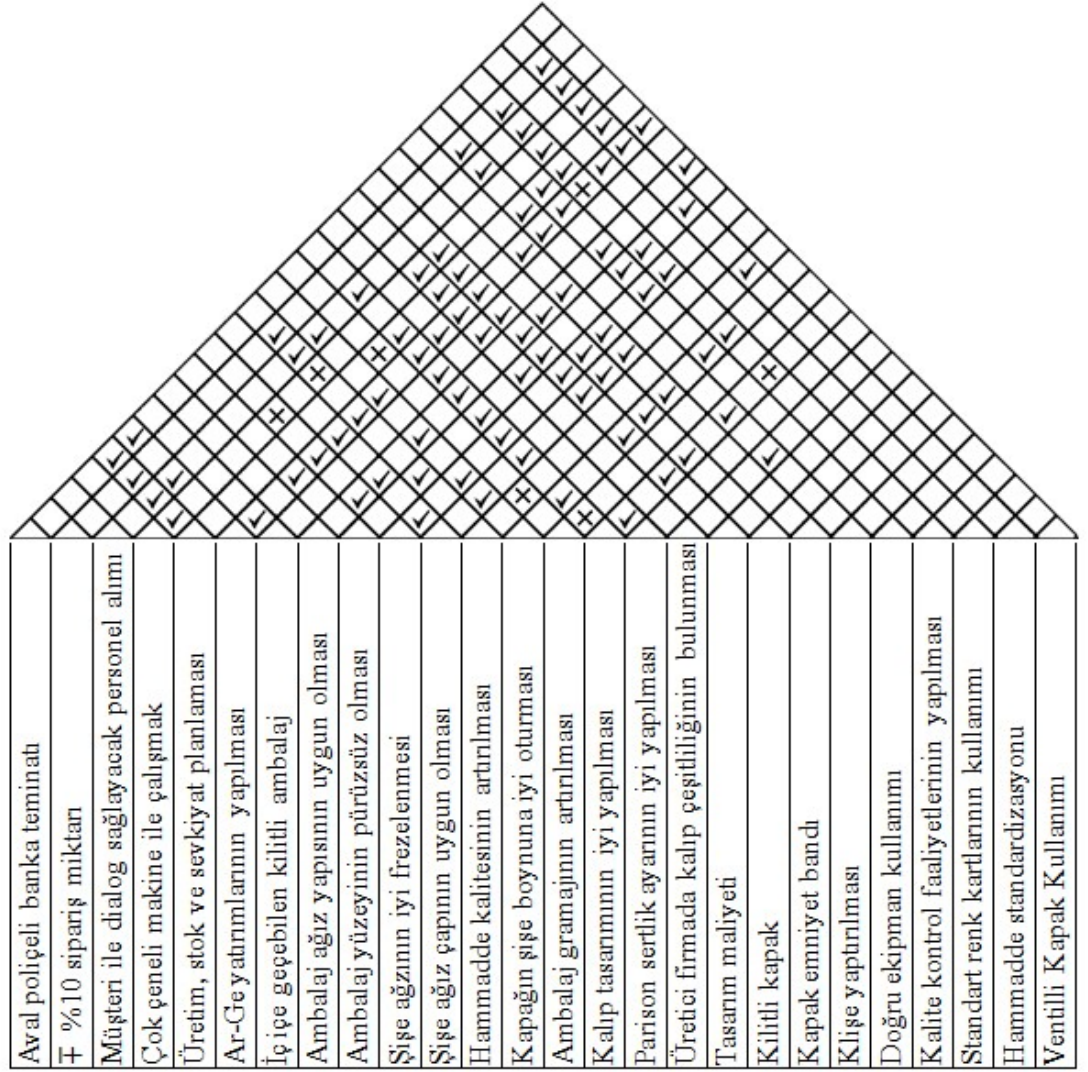
Çatı Matrisinin hazırlanıp, teknik karakteristikler arasındaki korelasyonların incelenmesinin amaçlarından biri de, aralarında yüksek korelasyon olan teknik karakteristiklerin tekrar gözden geçirilmesi ve gerekirse teknik karakteristiklerin sayısının azaltılması, kalite evinin karmaşıklıktan kurtulmasıdır. Bu çalışmada daha sonra risk analizine dahil edilecek teknik karakteristiklerin hepsi analize dahil edilmiştir. Aralarında çok yüksek korelasyon bulunan teknik karakteristikler tespit edilmemiştir.

Çatı Matrisinin incelenmesi sonucunda çok sayıda teknik karakteristiğin birbiri ile ilişkili olduğu görülmektedir. İşaretlerin yorumlanması ile elde edilen sonuçlardan bazıları aşağıda yer almaktadır:

“Hammadde gramajının artırılması” ile “Üretim, sevkiyat ve stok planlaması” teknik karakteristikleri arasında olumsuz bir ilişki vardır. Çünkü hammadde gramajının artırılması

üretim hızını yavaşlatacaktır. Bu durum da üretim, sevkiyat ve stok ile ilgili yapılan tüm planları olumsuz yönde etkileyecektir.

Üretim hızındaki yavaşlama göz önünde bulundurulmadığında müşteri siparişleri de zamanında teslim edilemeyecek ve sonuçta, müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkacaktır.



Şekil 23. Teknik Karakteristikler Arasındaki Korelasyonlar(Çatı Matrisi)

Kalıp tasarımı ile ilgili bir iyileştirmeye gidildiğinde ise, gramajı az ama daha dayanıklı ambalajlar üretilmesi mümkün olacaktır. İyi bir kalıp tasarımı daha ince

görünümlü ancak bükülmelere, darbeye karşı daha dayanıklı ambalaj üretimini mümkün kılacak, bu da bükülme, çökme, patlama gibi müşteri şikâyetlerinin azalmasını sağlayabilecektir.

“Çok çeneli makine ile çalışmak” teknik karakteristiğine ait matris hücreleri incelendiği zaman, olumlu ve olumsuz korelasyonlar olduğu görülmektedir.

Çok çeneli makine ile çalışıldığında daha fazla miktarda üretim yapılacağı için daha kaliteli, örneğin daha hızlı kuruyabilen bir hammaddeye ihtiyaç duyulacak bu da maliyetleri etkileyecektir. Aynı zamanda kaliteli bir hammaddeden daha çok sayıda ambalaj üretimi de mümkün olabilmektedir. Bunun yanı sıra çok çeneli makine ile çalışmanın sonucu artan üretim hızı “Şişe ağzının iyi frezelenmesi” teknik karakteristiği üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Ayrıca, çok çeneli makine ile çalışan bir üretim tesisinde üretim, sevkiyat ve stok planlamasının da iyi bir şekilde yapılması önemlidir. Üretim hızı artırılmışken, iyi bir planlamanın yapılmamış olması elde bulundurma maliyetlerinin artmasına sebep olabilecektir.

“Ar-Ge yatırımlarının yapılması” teknik karakteristiği en çok korelasyona sahip teknik karakteristiklerden biridir. Ar-Ge yatırımları sayesinde, yeni teknolojiler, ambalajın tasarımı ile ilgili yeni fikirler bulunabilecek, bu da ambalaj yüzeyinin pürüzsüz olmasından, daha az gramajda daha kaliteli ambalajlar üretilmesine kadar birçok konuda olumlu gelişmeler yaşanmasını sağlayacaktır. Ayrıca bu durum kalite kontrol faaliyetlerinin sıklığını etkileyecektir.

Bu nedenlerle, teknik karakteristikler ile ilgili bir karar almadan önce teknik karakteristikler arasındaki ilişkilerin göz önünde bulundurulması büyük önem taşımaktadır. Bir teknik karakteristikte yapılacak değişiklik bir başka teknik karakteristik ile ilgili olumsuz sonuçların ortaya çıkmasına sebep olabilecek, bu da müşteri memnuniyetsizliği ya da rekabetsel üstünlükte başarısız sonuçlara neden olabilecektir. Bu noktada hangi teknik karakteristiğin başarısızlığa uğramasının daha riskli olduğunu anlayabilmek için, bir risk analizinin yapılmasına ihtiyaç duyulacaktır. Çalışmamızın ilerleyen aşamalarında, KFG ile HTEA'nin bütünleştirilecek olmasının nedenlerinden biri de budur.

Çatı matrisinin oluşturulmasının ve teknik karakteristikler arasındaki korelasyonların incelenmesinin bir diğer nedeni de, çok sayıda teknik karakteristik söz konusu ise, çok yüksek korelasyona sahip olanlar arasından seçim yaparak aynı sonucu verecek çok sayıda maddenin yaratabileceği kaostan uzaklaşmaktır. Bu çalışmada, daha sonra teknik karakteristikler için yapılacak risk analizinde ortaya çıkabilecek bir hatayı gözden kaçırmamak için ve birbirini temsil edebilecek teknik karakteristikler olmaması nedeni ile teknik karakteristiklerin arasından bir eleme yapılmamıştır. KFG sürecinin daha sonraki aşamalarında da 26 adet teknik karakteristik göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmış ve yorumlanmıştır.

Çatı matrisinin oluşturulmasından sonraki aşamada teknik karakteristiklerin önem dereceleri belirlenecek ve bulanık sayılarla yapılan hesaplamalara yer verilecektir. Şekil 24’de planlama, ilişki ve çatı matrisi doldurulmuş kalite evinin son hali görülmektedir.

3.9.Teknik Karakteristiklerin Önem Derecelerinin Hesaplanması

Teknik karakteristiklerin önem derecesi, her teknik karakteristik için, planlama matrisinde hesaplanan üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmiş mutlak önem değerleri ile yine üçgensel bulanık sayılarla ifade edilmiş ilişki puanlarının çarpımlarının toplamı bulunarak hesaplanmıştır.

Teknik Karakteristik bulanık önem derecesi= Σ (Bulanık Mutlak Önem Derecesi)
 \otimes (Bulanık İlişki Puanı)

Örneğin 1. Sütündeki “Aval poliçeli banka teminatı” teknik karakteristiği için önem derecesi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\begin{aligned} \text{TK}_1 \text{ bulanık önem derecesi} &= (3.6,8.7,10.6) \otimes (6,9,9) \oplus (9.8,14.5,18.2) \otimes (2,5,8) \\ &= (21.6,78.3,95.4) \oplus (19.6,72.5,145.6) \\ &= (41.25,150.53,240.58) \end{aligned}$$

Açıklayıcı olması açısından ilk teknik karakteristik için hesaplama ayrıntılı olarak verilmiş, ancak diğerlerinin sadece sonuçları Tablo 36’da gösterilmektedir.

Her bir teknik karakteristik için üçgensel bulanık sayılarla yapılan analiz sonucunda elde edilen teknik karakteristik önem dereceleri de üçgensel bulanık sayılar halindedir.

Teknik karakteristik önem derecelerinin bir sonraki analizde kullanılmak üzere ve yorumlamada kolaylık olması amacı ile sıralanması gerekmektedir. Literatürde bu amaçla gidilebilecek iki yol vardır. Bunlardan ilki bulanık sayılarda durulaştırma işlemi uygulayarak durulaştırılmış sonuçların sıralanması ve yorumu, ikincisi ise durulaştırma işlemine gidilmeden bulanık sayılarda sıralama yöntemleri kullanmaktır.

Tablo 36. Teknik Karakteristikler Önem dereceleri(Bulanık Değerler)

Teknik Karakteristikler	a1	a2	a3
T.K.1	41,25	150,53	240,58
T.K.2	26,13	104,54	131,22
T.K.3	55,28	178,91	389,91
T.K.4	58,76	130,43	163,8
T.K.5	113,70	353,64	620,13
T.K.6	188,00	525,52	1191,63
T.K.7	49,39	117,78	250,60
T.K.8	47,56	160,48	335,54
T.K.9	35,23	76,54	100,86
TK.10	83,67	234,04	408,13
T.K.11	139,67	312,50	406,51
T.K.12	253,40	681,63	1086,25
T.K.13	84,66	283,03	625,96
T.K.14	114,83	337,61	656,03
T.K.15	147,62	438,56	874,48
T.K.16	159,74	462,08	959,89
T.K.17	21,82	93,12	267,57
T.K.18	76,52	147,00	575,38
T.K.19	63,59	84,68	248,24
T.K.20	54,45	163,23	391,85
T.K.21	36,93	73,03	224,02
T.K.22	279,14	737,58	1345,51
T.K.23	241,62	800,95	1744,58
T.K.24	56,35	125,04	242,85
T.K.25	210,02	679,01	1350,05
T.K.26	54,93	81,25	228,73

2.10. Teknik Karakteristiklerin Önem Derecelerine Göre Sıralanması

İkinci bölümde, bulanık sayılarda durulaştırma yöntemlerine ve sıralama yöntemlerine yer verilmiştir. Bu çalışmada, Maksimize ve minimize setlerle sıralama yöntemi, Liou-Wang sıralama yöntemi ve Kareli ortalama yöntemi ile sıralama yapılmış, ayrıca Ağırlıklı ortalama yöntemine göre durulaştırılmıştır. Teknik karakteristiklerin önem dereceleri de hesaplanmıştır. Tablo 35’de yer alan üçgensel bulanık sayılar kullanılarak sıralanmış ve durulaştırılmış teknik karakteristiklerin önem dereceleri Tablo 37’de gösterilmektedir.

Tablo 37. Farklı Yöntemler ile Durulaştırılmış Teknik Karakteristik Önem Dereceleri

Teknik Karakteristik No	Max-min setler	Liou-Wang	Ağırlıklı Ortalama	Kareli Ortalama
T.K.1	0,070	145,722	147,324	165,5672
T.K.2	0,040	91,606	95,917	98,03021
T.K.3	0,100	200,754	193,473	249,7318
T.K.4	0,057	120,764	123,985	125,4036
T.K.5	0,190	360,277	358,064	417,3507
T.K.6	0,333	607,668	580,285	759,7159
T.K.7	0,063	133,887	128,517	162,3909
T.K.8	0,087	176,015	170,836	216,4905
T.K.9	0,029	72,292	73,707	75,87825
T.K.10	0,123	239,973	237,997	275,893
T.K.11	0,155	292,797	299,365	306,8206
T.K.12	0,372	675,727	677,694	754,7108
T.K.13	0,165	319,171	307,125	399,6231
T.K.14	0,190	361,520	353,549	431,1018
T.K.15	0,253	474,804	462,723	571,2079
T.K.16	0,274	510,945	494,656	621,9362
T.K.17	0,054	118,908	110,313	164,0523
T.K.18	0,114	236,478	206,653	345,7026
T.K.19	0,055	120,299	108,427	155,8191
T.K.20	0,095	193,191	183,205	247,0877
T.K.21	0,045	101,751	92,177	137,6989
T.K.22	0,435	774,954	762,497	900,4342
T.K.23	0,544	897,026	865,002	1117,058
T.K.24	0,066	137,320	133,227	161,0225
T.K.25	0,407	729,524	712,685	880,8713
T.K.26	0,050	111,542	101,445	143,6853
TOPLAM ⇨	4,368	8204,915	7980,849	9885,284

Sonraki aşamada, önem derecesi yüksek olan teknik karakteristiklerin daha kolay bir şekilde görülebilmesi için her bir analiz sonucu için nisbi önem dereceleri hesaplanmıştır ve sonuçlar Tablo 38’de gösterilmiştir.

Tablo 38. Nisbi Değerlere Göre Sıralanmış Teknik Karakteristik Önem Dereceleri

TK. no	Min-Max setler Nisbi Değerler	T.K. no	Liou-Wang Nisbi Değer	T.K. No	Ağırlıklı Ortalama Nisbi Değer	T.K. No	Kareli Ortalama Nisbi Değerler
T.K.23	0,125	T.K.23	0,109328	T.K.23	0,108	T.K.23	0,016749
T.K.22	0,1	T.K.22	0,09445	T.K.22	0,096	T.K.22	0,009917
T.K.25	0,093	T.K.25	0,088913	T.K.25	0,089	T.K.25	0,025263
T.K.12	0,085	T.K.12	0,082356	T.K.12	0,085	T.K.6	0,012686
T.K.6	0,076	T.K.6	0,074061	T.K.6	0,073	T.K.12	0,042219
T.K.16	0,063	T.K.16	0,062273	T.K.16	0,062	T.K.16	0,076853
T.K.15	0,058	T.K.15	0,057868	T.K.15	0,058	T.K.5	0,016428
T.K.14	0,043	T.K.14	0,044061	T.K.5	0,045	T.K.14	0,0219
T.K.5	0,043	T.K.5	0,04391	T.K.14	0,044	T.K.5	0,007676
T.K.13	0,038	T.K.13	0,0389	T.K.13	0,038	T.K.13	0,027909
T.K.11	0,035	T.K.11	0,035686	T.K.11	0,038	T.K.18	0,031038
T.K.10	0,028	T.K.10	0,029247	T.K.10	0,03	T.K.11	0,076347
T.K.18	0,026	T.K.18	0,028822	T.K.18	0,026	T.K.10	0,040426
T.K.3	0,023	T.K.3	0,024468	T.K.3	0,024	T.K.3	0,04361
T.K.20	0,022	T.K.20	0,023546	T.K.20	0,023	T.K.20	0,057784
T.K.8	0,02	T.K.8	0,021452	T.K.8	0,021	T.K.8	0,062915
T.K.1	0,016	T.K.1	0,01776	T.K.1	0,018	T.K.1	0,016596
T.K.24	0,015	T.K.24	0,016736	T.K.24	0,017	T.K.17	0,034971
T.K.7	0,015	T.K.7	0,016318	T.K.7	0,016	T.K.7	0,015763
T.K.4	0,013	T.K.4	0,014718	T.K.4	0,016	T.K.24	0,024996
T.K.19	0,013	T.K.19	0,014662	T.K.17	0,014	T.K.19	0,01393
T.K.17	0,012	T.K.17	0,014492	T.K.19	0,014	T.K.26	0,091088
T.K.26	0,012	T.K.26	0,013595	T.K.26	0,013	T.K.21	0,113002
T.K.21	0,01	T.K.21	0,012401	T.K.2	0,012	T.K.4	0,016289
T.K.2	0,009	T.K.2	0,011165	T.K.21	0,012	T.K.2	0,089109
TK.9	0,007	TK.9	0,008811	T.K.9	0,009	T.K.9	0,014535

Daha güvenilir sonuçlar elde etmek ve durulaştırma ile sıralama teknikleri sonuçları arasında farklılık olup olmadığını görebilmek için yapılmış hesaplama sonuçları Tablo 36’da gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre;

“Aval poliçeli banka teminatı”(T.K.1) teknik karakteristiği için önem derecesi, (41.25,150.53,240.58) üçgensel bulanık sayısı olarak bulunmuştur.

Aşağıda, bu teknik karakteristik için yapılan ve sonuçları Tablo 37’de gösterilen yöntemlerin hesaplama sonuçları formülleri ile birlikte gösterilmektedir;

Maksimize ve Minimize Setler ile Sıralama Yöntemi;

$$u_T^\alpha(i) = \frac{1}{2} \left(\alpha \left[\frac{d_i - x_{\min}}{d_i - b_i + x_{\max} - x_{\min}} + \frac{b_i - x_{\min}}{(b_i - d_i) + (x_{\max} - x_{\min})} \right] + (1 - \alpha) \left[\frac{a_i - x_{\min}}{(a_i - b_i) + (x_{\max} - x_{\min})} + \frac{b_i - x_{\min}}{b_i - a_i + x_{\max} - x_{\min}} \right] \right), \quad i = 1, 2.$$

Burada, x_{\max} tüm değerler arasında büyüğünü, x_{\min} ise tüm değerler arasından en küçüğünü ifade etmekte, (a_1, b_1, d_1) üçgensel sayısı da hesaplama yapılan bulanık teknik karakteristik değerini ifade etmektedir.

Tablo 36’da yer alan teknik karakteristiklerin önem derecelerine bakıldığı zaman; $x_{\max}=1744,58$ ve $x_{\min}=21,82$, ve $x_{\max} - x_{\min}=1722,26$ ’dir

$\alpha= 0,5$ olmak üzere , $(a_1, b_1, d_1)= (41.25,150.53,240.58)$ üçgensel bulanık sayısı ile yukarıda yer alan formüle göre yapılan hesaplama sonucu 0,070 olarak bulunacaktır.

Liou-Wang Sıralama Yöntemi;

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{A}) &= \frac{1}{2} \cdot \alpha(n+u) + \frac{1}{2} \cdot (1-\alpha) \cdot (m+n) \\ &= \frac{1}{2} \cdot [\alpha u + n + (1-\alpha) \cdot m] \end{aligned}$$

(m,n,u)=(41.25,150.53,240.58) olmak ve $\alpha=0,5$ olmak üzere;

$$\begin{aligned} \tilde{A} &= 0,5 \cdot 0,5(150,53+240,58) + 0,5 \cdot 0,5(41,25+150,53) \\ &= (0,25 \cdot 391,11) + (0,25 \cdot 191,78) \\ &= 97,777 + 47,945 \\ &= 145,72 \end{aligned}$$

Ağırlıklı Ortalama Yöntemi;

$$\frac{a_1 + 4a_2 + a_3}{6} = \frac{41,25 + 4 \cdot 150,53 + 240,58}{6} = \frac{883,95}{6} = 147,32$$

Kareli Ortalama Yöntemi;

$$x^* = \sqrt{\frac{(a_1)^2 + (a_2)^2 + (a_3)^2}{3}}$$

$$= \sqrt{\frac{(41,25)^2 + (150,53)^2 + (240,58)^2}{3}}$$

$$= 165,5672$$

Farklı yöntemlerle durulaştırılmış/sıralanmış önem seviyelerinin birbirinden farklılık gösterip göstermeyeceğini ortaya koyabilmek için birden fazla yöntem kullanılarak teknik karakteristiklerin önem seviyeleri sıralanmıştır. Sıralamaya bakıldığı zaman sıralama sonuçlarının birbirinden çok büyük farklılık göstermediği görülmüştür

Tablo 38’de 26 adet teknik karakteristik, nisbi önem dereceleri ile birlikte yer almaktadır. Hangi teknik karakteristiklerin Hata Türü ve Etkileri Analizine dahil edileceğine karar verebilmek amacı ile Pareto Analizi yapılmış ve %80’lik dilime giren ilk 20 teknik karakteristik risk analizine dahil edilmiştir.

Tablo 39’da nisbi önem dereceleri üzerinden yapılan Pareto analizi sonucunda belirlenen en yüksek önem derecesine sahip 20 teknik karakteristik gösterilmektedir. Bu teknik karakteristiklerden yola çıkılarak yapılacak olan risk analizi(HTEA), hangi teknik ihtiyacın karşılanmaması durumunda daha tehlikeli hataların ortaya çıkabileceği konusunda bilgi verecektir.

Tablo 39. Risk Analizine Dahil Edilecek Önem Derecesi Yüksek Olan İlk 20 Teknik Karakteristik

TK. No	Teknik Karakteristikler	Sıra No
T.K.23	Kalite Kontrol Faaliyetlerinin yapılması	1
T.K.22	Doğru ekipman kullanımı	2
T.K.25	Hammadde standardizasyonu	3
T.K.12	Hammadde kalitesinin artırılması	4
T.K.6	Ar-Ge yatırımlarının yapılması	5
T.K.16	Parison sertlik ayarının iyi yapılması	6
T.K.15	Kalıp tasarımının iyi yapılması	7
T.K.14	Ambalaj gramajının artırılması	8
TK.5	Üretim, sevkiyat ve stok planlaması	9
T.K.13	Kapağın şişe boynuna iyi oturması	10
T.K.11	Şişe ağız çapının uygun olması	11
T.K.10	Şişe ağzının iyi frezelenmesi	12
T.K.18	Tasarım maliyeti	13
T.K.3	Müşteri ile diyalog sağlayacak personel alımı	14
T.K.20	Kapak emniyet bandı	15
T.K.8	Ambalaj ağız yapısının uygun olması	16
T.K.1	Aval poliçeli banka teminatı	17
T.K.24	Standart renk kartlarının kullanımı	18
T.K.7	İç içe geçebilen kilitli ambalaj	19
T.K.4	Çok çeneli makine ile çalışmak	20

Müşteri İhtiyaçları Önem dereceleri sıralamasında olduğu gibi, teknik karakteristiklerin önem derecesi sıralamasında da bulanık mantık ve klasik mantık yaklaşımı ile elde edilen sonuçların farklılık gösterip göstermeyeceğini ortaya koyabilmek için buraya kadar takip edilen aşamalar kesin değerler kullanılarak da hesaplanmıştır. Müşteri ihtiyaçları önem derecelerini belirlerken, anketlerle elde edilen sözel değişkenler beşli likert ölçeğine göre kesin değerlere çevrilmiş ve her bir müşteri ihtiyacının ortalaması hesaplanmıştır.

Kalite evinde de bu müşteri ihtiyacı önem dereceleri ortalamaları kullanılmıştır. Belirlenen müşteri ihtiyaçlarının ve teknik karakteristiklerin kalite evine yerleştirilmesinden sonra, aralarındaki ilişkinin derecesini temsil etmesi için, 1(zayıf ilişki), 3(orta derecede ilişki) ve 9(güçlü ilişki) olmak üzere kesin değerler kullanılmıştır. Bulanık mantık yaklaşımında da kullanılan formül yardımı ile her bir teknik karakteristik için önem dereceleri hesaplanmış ve teknik karakteristikler önem derecelerine göre sıralanmıştır.

Elde edilen sonuçlar, Tablo 40’da Bulanık değerlere göre yapılan sıralama ile birlikte verilmektedir. Böylelikle Klasik Mantık ve Bulanık Mantık yaklaşımına göre yapılan teknik karakteristik önem dereceleri sıralamasının farklı olup olmadığı görülebilmektedir.

Kesin değerlere göre yapılan sıralamanın, bulanık değerlere göre yapılan sıralamadan farklılık gösterip göstermediğini ortaya koyabilmek için çalışmanın sadece bu kısmında klasik mantığa göre yapılmış hesaplamaların da sonuçlarına yer verilmiştir.

KFG analizinde, subjektif yargılar ve değerlendirmeler kullanılmakta ve bunlar “düşük önemli”, “güçlü ilişki” gibi kesin olmayan ifadeler şeklinde belirtilmektedir. Klasik mantıkta, bu ifadelerin kesin olduğu düşünülmekte ve kesin değerlerle değerlendirilmektedir. Oysaki, sözel ifadelere kesin değerler yerine belirsiz değerler ile yaklaşmak daha doğrudur.

Belirsizliğin ve kesin olmayan sözel bilgilerin yer aldığı durumlarda, tutarlı ve gerçekçi bilgiler verebilmek için bulanık sayıların kullanılarak gerekli analizlerin yapılması daha doğrudur. Bu nedenle bu çalışmada da Kalite Fonksiyon Göçerimi bulanık mantık yaklaşımı ile ele alınmış ve üçgensel bulanık sayılar kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 40. Teknik Karakteristikler Önem dereceleri, Bulanık ve Kesin Değerlere Göre Sıralama

T.K. Kesin Değerlerle Sıralama	T. K. Önem Derecesi Sıra No	T. K. Bulanık Değerlerle Sıralama
22.Doğru ekipman kullanımı	1	23.Kalite Kontrol Faaliyetlerinin yapılması
12.Hammadde kalitesinin artırılması	2	22.Doğru ekipman kullanımı
23.Kalite Kontrol Faaliyetlerinin yapılması	3	25.Hammadde standardizasyonu
25.Hammadde standardizasyonu	4	12.Hammadde kalitesinin artırılması
6.Ar-Ge yatırımlarının yapılması	5	6.Ar-Ge yatırımlarının yapılması
16.Parison sertlik ayarının iyi yapılması	6	16.Parison sertlik ayarının iyi yapılması
11.Şişe ağız çapının uygun olması	7	15.Kalıp tasarımının iyi yapılması
15.Kalıp tasarımının iyi yapılması	8	14.Ambalaj gramajının artırılması
5Üretim ve Stok Planlaması	9	5.Üretim, sevkiyat ve stok planlaması
14.Ambalaj gramajının artırılması	10	13.Kapağın şişe boynuna iyi oturması
10.Şişe ağzının iyi frezelenmesi	11	11.Şişe ağız çapının uygun olması
24.Standart renk kartlarının kullanımı	12	10.Şişe ağzının iyi frezelenmesi
13.Kapağın şişe boynuna iyi oturması	13	18.Tasarım maliyeti
3.Müşteri ile diyalog sağlayacak personel alımı	14	3.Müşteri ile diyalog sağlayacak personel alımı
4.Çok çeneli makine ile çalışmak	15	20.Kapak emniyet bandı
18.Tasarım maliyeti	16	8.Ambalaj ağız yapısının uygun olması
1.Aval poliçeli banka teminatı	17	1.Aval poliçeli banka teminatı
8.Ambalaj ağız yapısının uygun olması	18	24.Standart renk kartlarının kullanımı
19.Kilitli Kapak	19	7.İç içe geçebilen kilitli ambalaj
26.Ventilli kapak kullanımı	20	4.Çok çeneli makine ile çalışmak
20.Kapak emniyet bandı	21	19.Kilitli Kapak
7.İç içe geçebilen kilitli ambalaj	22	17.Üretici firmada kalıp çeşitliliğinin bulunması
2.±%10 sipariş miktarı	23	26.Ventilli kapak kullanımı
21.Klişe yaptırılması	24	21.Klişe yaptırılması
9.Ambalaj yüzeyinin pürüzsüz olması	25	2.± %10 sipariş miktarı
17.Üretici firmada kalıp çeşitliliğinin bulunması	26	9.Ambalaj yüzeyinin pürüzsüz olması

Tablo 40 incelendiği zaman, klasik mantık ve bulanık mantık yaklaşımına göre yapılan teknik karakteristik önem dereceleri sıralamalarında, bazı teknik karakteristiklerin aynı sıra numarasına sahip olduğu, bazılarının da farklı sıra numarasına sahip olduğu görülmektedir. Örneğin, kesin değerlere göre yapılan sıralamanın ilk sırasında “doğru ekipman kullanımı” teknik karakteristiği yer alırken, Liou-Wang yöntemine göre sıralanmış bulanık değerler sıralamasında ilk sırada, “kalite kontrol faaliyetlerinin yapılması” teknik

karakteristiği yer almaktadır. Ayrıca, ilk 6 sırada yer alan teknik karakteristiklerin sıra numaralarının farklı olmasına rağmen aynı teknik karakteristikler olduğu görölmektedir. Farklı sıra numarasına sahip teknik karakteristiklerden biri olan “kapak emniyet bandı”, klasik yaklaşıma göre 21. sırada yer alırken, bulanık yaklaşıma göre yapılan teknik karakteristik önem derecesi sıralamasında 15. sırada yer almaktadır.

En yüksek önem derecesine sahip teknik karakteristiklerin belirlenmesinin ardından, bu teknik karakteristiklerin karşılanmaması durumunda ortaya çıkabilecek potansiyel hatalar KFG takımı tarafından kararlaştırılmıştır. Kalite takımı tarafından teknik karakteristikler hakkında tartışılmış, karşılanmaması durumunda hangi hataların ortaya çıkabileceği belirlenmiştir.

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında da, bulanık mantık yaklaşımına göre sıralanmış ilk 20 teknik karakteristik göz önünde bulundurulmuş ve bu teknik karakteristiklerin karşılanamaması durumunda ne tür risklerin ortaya çıkabileceğini belirleyebilmek için bir risk analizi olan HTEA, KFG sürecine dahil edilmiştir.

3.11. KFG Sürecine Süreç HTEA'nin Dahil Edilmesi

KFG sayesinde, her bir müşteri ihtiyacını karşılayacak teknik karakteristikler ortaya çıkarılır ve teknik karakteristiklerin önem dereceleri de belirlenebilir. Önem puanı en yüksek teknik karakteristikten başlayarak da gerekli iyileştirmeler yapılır. Ancak bu noktada bir risk analizine ihtiyaç olacaktır.

Önem derecesi yüksek olduğu için seçilen teknik karakteristikler beraberinde bir takım riskler de getirebilecektir. Bir diğer bakış açısıyla; önem derecesi daha düşük olan bir teknik karakteristiğin karşılanmaması durumunda, önem derecesi yüksek bir teknik karakteristiğin karşılanamaması durumuna kıyasla daha tehlikeli riskler ortaya çıkabilecektir. Bu nedenlerle, iyileştirme faaliyetine hangi teknik karakteristikten başlanacağına karar vermeden önce bir risk analizi yapılmalıdır. Hata Türü ve Etkileri Analizi de bu aşamada kullanılabilecek tekniklerden biridir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi; riskleri tahmin ederek, hataları önlemeye yönelik

güçlü bir analiz tekniğidir. Hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri gibi algılanması ilkesine dayanmaktadır. Hata Türü ve Etkileri Analizi çalışmasında belirlenen bütün hatalar için olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik tahmini yapılarak Risk Öncelik Puanı(RÖP) hesaplanmaktadır.

Potansiyel hataların Süreç HTEA tekniği kullanılarak sürecin daha başındayken ele alınmasıyla önlenmesi, hem müşteri kullanımındaki hata sayısını en aza indirgeyecek, hem de işi başında doğru yaparak hızı artırırken, hata düzeltme maliyetlerini en aza indirgeyecektir.

Bu çalışmada da teknik karakteristiklerin önem derecesinin belirlenmesinin ardından, Süreç HTEA'nın KFG sürecine dahil edilmesine karar verilmiştir. Pareto Analizi sonucunda seçilen ve Tablo 39'da gösterilen teknik karakteristiklerin karşılanamaması durumunda işletmeyi hangi risklerin beklediğini belirlemek için ilk olarak HTEA sürecine hata türlerinin belirlenmesi ile başlanacaktır.

3.11.1. Hata Türlerinin Belirlenmesi

KFG takımı bir araya gelmiş ve Tablo 39'da yer alan teknik karakteristiklerin karşılanmaması durumunda ne tür hataların ortaya çıkabileceğini, geçmiş deneyimlerden de yola çıkarak kararlaştırmıştır. Çalışmanın bundan sonraki aşamalarında KFG takımı üyeleri HTEA takımı üyeleri adı altında katkıda bulunmaya devam etmişlerdir.

20 adet teknik karakteristiğin tek tek göz önünde bulundurulması sonucunda 11 adet potansiyel hata türü belirlenmiştir. Tablo 41'de, teknik karakteristiklerin başarısızlığa uğraması ya da karşılanamaması durumunda ortaya çıkabilecek hata türleri gösterilmektedir.

Meydana gelebilecek hata türleri sıralanırken HTEA takımında yer alan kişilerin geçmiş deneyimleri, makine kaynaklı meydana gelen ve gözlemlenebilen hatalar ve müşteriler tarafından şikayet olarak geri dönen hatalar baz alınmıştır.

Tablo 41. Hata Türleri

Teknik Karakteristiklerin Başarısızlığa Uğraması Sonucu Ortaya Çıkabilecek Hata Türleri
Delik Ambalaj
Şişe ağız yapısının bozuk olması
Renkte standartın tutmaması
Ambalajda bükülme ve çökme
Ambalajın çapaklı çıkması
Üretimde standartın sağlanamaması
Ambalajın patlaması
Daha yüksek gramajlı ürün yapmak zorunda olma
Ürünün zamanında teslim edilememesi
Kapaktan ürünün sızması
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması

3.11.2. Hataların Olası Nedenleri

HTEA takımının en önemli görevi hata nedenlerinin tespitidir. Hata nedenlerinin doğru şekilde tespit edilerek bu nedenlerin ortadan kaldırılması ile HTEA hata önleyici bir teknik halini alır. Hata türü nedenlerinin doğru bir şekilde tanımlanması sayesinde gerekli önleyici faaliyetler belirlenebilir. Aksi takdirde HTEA uygulamasında istenilen başarıya ulaşılmaz.

Bir hata nedeni bir veya birden çok faktörün bir araya gelmesi sonucu ortaya çıkabilir. Hataların potansiyel nedenleri, sonuçta hata türlerine neden olacak, tasarım/süreç zayıflıklarının birer göstergesi olarak tanımlanır. Her bir hata türüne neden olabilecek bütün olası nedenler liste halinde sıralanmalıdır(Taşan,2006:62).

Hatanın oluşum nedenlerine inerek ortaya çıkışını önlemek, dolayısıyla kusursuzluğu hedeflemek önem taşımaktadır. Yine HTEA takımı ile birlikte, ortaya çıkan hata türlerinin nedenleri tartışılmış ve her bir hata türünün nedeni/nedenleri HTEA takımının geçmiş deneyimlerinden yola çıkılarak belirlenmiştir. Hata Türlerinin olası nedenleri Tablo 42’de gösterilmektedir.

Tablo 42. Hataların Olası Nedenleri

Hata Türleri	Hata Türlerinin Olası Nedenleri
Delik Ambalaj	Personel dikkatsizliği, ekipman yetersizliği, kalite kontrol faaliyetlerinin yapılmaması
Şişe ağız yapısının bozuk olması	Üretim hatası, işçinin dikkatsizliği
Renkte standartın tutmaması	Personel dikkatsizliği, makine dozaj ayarlarının yanlış girilmesi
Ambalajda bükülme ve çökme	Standart gramajın altında ambalaj üretimi, yanlış hammadde seçimi
Ambalajın çapaklı çıkması	Uygun makine kafasının seçilmemesi
Üretimde standartın sağlanamaması	Hammadde de standardın sağlanamaması,
Ambalajın patlaması	Hammadde kalitesinin düşüklüğü, müşterinin hatalı kullanımı
Daha yüksek gramajlı ürün yapmak zorunda olma	Kalıp tasarımının iyi yapılmaması
Ürünün zamanında teslim edilememesi	Üretim planlamasının düzgün yapılmaması, acil siparişlerin planlamayı bozması
Kapaktan ürünün sızması	Şişe ağız çapının standart olmaması, kapağın arızalı olması
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması	Hammadde uyumsuzluğu

3.11.3. Hataların Olası Etkilerinin Belirlenmesi

Daha önce de belirtildiği üzere olası hata etkisi, müşterinin yaşayabileceği hoşnutsuzluk ve tehlike oluşturabilecek durumlardır. Etkiler bir hatadan dolayı ortaya çıkan olaylar zinciridir.

Hata meydana geldiğinde müşteri üzerinde ne tür bir etki yaratacağı, her bir hata türü için bir etki veya sonuç, hata meydana geldiğinde, müşterinin neyi fark edebileceği veya başına ne geleceği tanımlanır. Bunlar daima sistem veya ürün performansı açısından ifade edilmelidir(Aran,2006:72).

Hata türü ile hata etkisi ilişkilidir. Hatanın etkisi “bu hata gerçekleşir ise hangi olumsuzluklar gerçekleşir?” sorusuna cevap aranarak tespit edilir. Böylelikle her hatanın sonucu; bir sonraki işlem, son müşteri, standartlara ve yasalara uyumluluk üzerindeki etkisi açısından değerlendirilir.

Hata türleri için KFG takımı tarafından belirlenen hataların olası etkileri Tablo 43’de görülmektedir.

Tablo 43. Hataların Olası Etkileri

Hata Türleri	Hataların Olası Etkileri
Delik Ambalaj	Dolum sırasında zayıt, Üretimi durdurmak zorunda kalma Müşteri memnuniyetsizliği İstiflemede diğer kolilere zarar
Şişe ağız yapısının bozuk olması	Kapağın iyi oturmaması Kapakta sızdırma olması Folyonun yapışmaması
Renkte standartın tutmaması	Müşteri memnuniyetsizliği
Ambalajda bükülme ve çökme	Ambalajda patlama olması Şekil bozukluğu, Ürünün sızması
Ambalajın çapaklı çıkması	Ambalajın görselliğinin bozulması Müşteri memnuniyetsizliği
Üretimde standartın sağlanamaması	Daha çok hatalı ürün çıkması Üretilen ürün miktarında düşüş yaşanması
Ambalajın patlaması	Ürün zayıtı Diğer ürünlere zarar verme Müşteri kaybı
Daha yüksek gramajlı ürün yapmak zorunda olma	Maliyetlerde artış Ürünün fiyatında artış
Ürünün zamanında teslim edilememesi	Müşteri kaybı Müşteri memnuniyetsizliği
Kapaktan ürünün sızması	İstifteki diğer ürünlere zarar, Etiketinin deformasyonu
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması	Etiketinin yapışmaması Görselliğinin bozulması

3.11.4. Hatanın Tespit edilebilirlik, Olasılık ve Şiddet Puanlarının Belirlenmesi

Tespit edilebilirlik, mamulün üretim hattını terk etmeden önce hataların saptanma olasılığıdır. Hatanın olduğu varsayılır, mevcut kontrollerle mamulün sevk edilmeden önce saptanabilirliği 1 ie 10 arasında derecelendirilir. Bu kriter en çok uzmanlık gerektiren kriterdir. Mutlaka ürün veya süreç iyi tanınmalı, mümkün olduğunca fazla bilgi sahibi olunmalıdır. HTEA takımı her bir hata türü için tespit edilebilirlik puanını belirlerken Tablo 16’da yer alan bilgileri kullanmışlardır.

Olasılık puanı belirlenirken, takım tarafından hata türünün ne kadar sıklıkla oluşabileceği düşünülmüştür. Hata türünün oluşma sıklığı göz önüne alınarak 1 ile 10 arasında derecelendirme yapılmış, bu puan türüne her bir hata türü için karar verirken Tablo 17’de yer alan bilgiler göz önünde bulundurulmuştur.

Hatanın şiddeti, hatalı ürün veya prosesin müşteride yaratacağı tepki durumudur. Hata türünün etkileri için siddet derecelendirmesi de (1 ile 10 arası) yapılır. Siddet derecelendirme tahmini genelde az bilgi gerektiren bir etki olduğu için nispeten kolay puanlama yapılabilmektedir. Şiddet puanları belirlenirken de Tablo 18’de yer alan bilgiler göz önünde bulundurulmuştur.

Herbir değer belirlenmesi için bir araya gelen HTEA takımının yaptığı beyin fırtınasının sonuçlarında elde edilen değerlendirmeler Tablo 44’de gösterilmektedir.

Tablo 44. Olasılık, Tespit edilebilirlik ve Şiddet Puanlarının Bir Arada Gösterimi

Hata Türleri	Olasılık (O)	Tespit edilebilirlik (T)	Şiddet (S)
Delik Ambalaj	7	6	9
Şişe ağız yapısının bozuk olması	3	4	7
Renkte standartın tutmaması	1	2	3
Ambalajda bükülme ve çökme	6	3	6
Ambalajın çapaklı çıkması	2	1	3
Üretimde standartın sağlanamaması	4	3	7
Ambalajın patlaması	6	9	10
Daha yüksek gramajlı ürün yapmak zorunda olma	2	3	4
Ürünün zamanında teslim edilememesi	10	2	6
Kapaktan ürünün sızması	4	2	6
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması	3	1	3

3.11.5. Risk Faktörlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi

İkinci bölümde de değinildiği üzere, HTEA'nin birtakım eksiklikleri vardır. Bunlardan biri de; risk faktörlerinin üçünün de eşit önemde olduğunun kabul edilmesidir. Oysa her kuruluş için bu durum farklı olabilmekte ve risk faktörlerinin önemi farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle uygulamanın bu aşamasında, risk faktörleri için ağırlık puanları tespit edebilmek için Bulanık AHP yöntemi, HTEA sürecine dahil edilmiştir.

Bulanık AHP'nde kullanılan farklı yöntemler vardır. Uygulamada Chang'ın Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Chang'ın Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi'nin aşamaları, ikinci bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

3.11.5. 1. Karşılaştırma Matrisinin Hazırlanması

Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesinin ilk aşaması olarak 3 risk faktörü için karşılaştırma matrisi hazırlanmıştır. Karşılaştırma matrisinde kullanılan, üçgensel bulanık sayılardan oluşan önem ölçeği aşağıda yer alan Tablo 45'de gösterilmektedir.

Tablo 45. Bulanık AHP Önem Ölçeği

Açıklama	Bulanık Ölçek	Karşıt Ölçek
Eşit	(1,1,1)	(1,1,1)
Eşit derecede önemli	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1,2)
Orta derecede önemli	1, 3/2, 2)	1/2, 2/3,1)
Yüksek derecede önemli	(3/2,2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok yüksek derecede önemli	2, 5/2, 3	(1/3, 2/5, 1/2)
Son derece önemli	5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)

(Bozbura ve Beskese,2007:131)

Risk Faktörlerinin birbirine göre önem kıyaslaması KFG takımı tarafından sözel değişkenler ile yapılmış. KFG takımı ile yapılan derinlemesine görüşme sonucunda karşılaştırma Matrisi hazırlanmış ve Tablo 46'da yer alan ölçek kullanılarak üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Tablo 46. Risk Faktörleri Karşılaştırma Matrisi

Risk Faktörleri	Olasılık (0)	Tespit edilebilirlik(T)	Şiddet(Ş)
Olasılık(O)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	1/2,2/3,1)
Tespit edilebilirlik(T)	1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
Şiddet(Ş)	1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)

3.11.5.2. Chang'ın Bulanık AHP Yöntemine Göre Risk Faktörlerinin Ağırlıklarının Hesaplanması

Karşılaştırma Matrisinin hazırlanmasından sonra ikinci bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılmış olan Chang'ın Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi'nin adımları sırası ile uygulanmıştır. İlk olarak, bulanık yapay büyüklük değerleri(S_i)'nin hesaplanabilmesi için aşağıda yer alan formül karşılaştırma matrisine uygulanmıştır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$$

İlk olarak her bir risk faktörü için satır toplamı bulunmuş, daha sonra elde edilen üç vektörün toplamı bulunarak tersi alınmış ve bu sonuç her bir satır toplamı ile çarpılarak yapay büyüklük değerleri elde edilmiştir.

$$\begin{aligned} S_{\text{olasılık}} &= (2.50, 3.17, 4.00) \times (1/12.167, 1/9.834, 1/7.900) = (0.21, 0.32, 0.51) \\ S_{\text{tespit edilebilirlik}} &= (1.90, 2.17, 2.67) \times (1/12.167, 1/9.834, 1/7.900) = (0.16, 0.22, 0.34) \\ S_{\text{şiddet}} &= (3.50, 4.50, 5.50) \times (1/12.167, 1/9.834, 1/7.900) = (0.29, 0.46, 0.70) \end{aligned}$$

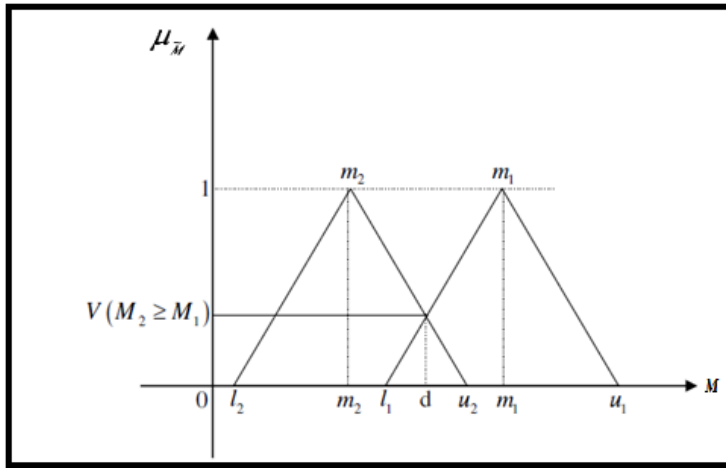
Herbir risk faktörü için S_i yapay büyüklük değerlerinin bulunmasından sonra her bir risk faktörünün karşılaştırılması yapılır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)) \right]$$

şekil 25'de görüldüğü gibi solda yer alan üçgen $M_2(l_2, m_2, u_2)$ üçgeni ve sağdaki üçgen $M_1(l_1, m_1, u_1)$ üçgenidir. Hesaplanan Si üçgensel bulanık değerlerinin elemanlarına bakılarak, aşağıdaki formül yardımı ile ikili karşılaştırmalar yapılırsa;

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & , m_2 \geq m_1 \\ 0 & , l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V(O \geq T) &= 1.00 & V(O \geq S) &= 0.62 \\ V(S \geq O) &= 1.00 & V(S \geq T) &= 1.00 \\ V(T \geq O) &= 0.57 & V(T \geq S) &= 0.17 \end{aligned}$$



Şekil 25. M_1 ve M_2 Üçgensel Bulanık Sayılarının Kesişimi

Her bir risk faktörü için yapılmış ikili karşılaştırma sonuçlarının minimum olanı alındığı zaman da ağırlık vektörü elde edilmiş olacaktır [$W = \min V(S_i \geq S_k)$]

Örneğin “olasılık” için yapılan ikili karşılaştırmalarda, $V(O \geq T)=1.00$, $V(O \geq \text{Ş})=0,62$ olmak üzere iki değer bulunmuştur. Bunlardan minimum olanı (0,62) seçilecek ve bu işlem diğer risk faktörleri için de yapılacaktır. Elde edilen sonuçlar Tablo 47’de gösterilmektedir

Risk Faktörleri	$W(\min V(S_i \geq S_k))$	Normalize edilmiş faktör ağırlıkları
Olasılık	0.62	0.34
Tespit edilebilirlik	0.17	0.10
Şiddet	1.00	0.56
Toplam	1.79	1.00

Tablo 47.Risk Faktörü Ağırlıkları

Normalize edilmiş faktör ağırlıkları, her bir faktör ağırlığının toplam faktör ağırlığına bölünmesi ile bulunmuştur. Örneğin; Olasılık için normalize edilmiş faktör ağırlığı; $0,62/1,79$ ’dan 0,34’dür. Aynı işlem diğer risk faktörleri için de yapılmıştır.

Chang’ın Bulanık AHP yöntemi sonrasında üç risk faktörü için ağırlıklar Tablo 47’de görüldüğü gibi; “Olasılık” için 0.34, “Tespit edilebilirlik” için 0,10 ve “Şiddet” için 0.56 olarak bulunmuştur.

Analitik Hiyerarşi Prosesi ile ağırlıkların bulunmasından sonra tutarlılık analizinin yapılması gerekmektedir. Ancak literatür taraması sonucunda Chang’ın Bulanık AHP Yönteminden sonra tutarlılık analizi yapan bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu nedenle bu yöntem ile bulunan sonuçların tutarlı olup olmadığı konusunda yorum yapılamamaktadır.

Göksu ve Güngör (2008), çalışmalarında Chang’ın yöntemini uygulamış ve tutarlılık analizi yapılamadığı için Liou-Wang yöntemini Chang’ın yöntemi ile birlikte kullanmış ve tutarlılık oranını hesaplayarak tutarlılığı test edebilmişlerdir.

Bu çalışmada da tutarlılığı test edebilmek için, Göksu ve Güngör’ün uygulamış olduğu adımlar uygulanmıştır.

Bulunan değerlerin tutarlı olup olmadığını görebilmek için tutarlılık oranının bulunması gerekmektedir. Bunun için öncelikle ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Tablo 46’da gösterilen karşılaştırma matrisindeki değerler ağırlıklı ortalama yöntemi ile durulaştırıldığı zaman elde edilen değerler matris halinde aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1,5 & 0,71 \\ 0,71 & 1 & 0,51 \\ 1,5 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Örneğin, karşılaştırma matrisinde, olasılık ve tespit edilebilirlik faktörlerinin karşılaştırma değeri olan(1,3/2,2) bulanık sayısını ağırlıklı ortalama yöntemi ile durulaştırdığımızda,

$$(1+4*3/2+2)/6= 9/6=1,5$$

Daha sonraki adımda, Chang’ın yöntemi ile elde edilen yapay S_i değerleri kullanılmıştır. Chang’ın Yöntemi ile yapay değerler aşağıdaki gibi bulunmuştur;

$$\begin{aligned} S_{\text{olasılık}} &= (2.50,3.17,4.00) \times (1/12.167, 1/9.834, 1/7.900) = (0.21,0.32,0.51) \\ S_{\text{tespit edilebilirlik}} &= (1.90,2.17,2.67) \times (1/12.167, 1/9.834, 1/7.900) = (0.16,0.22,0.34) \\ S_{\text{şiddet}} &= (3.50,.4.50,5.50) \times (1/12.167, 1/9.834, 1/7.900) = (0.29,0.46,0.70) \end{aligned}$$

Liou-Wang Yöntemine göre $\alpha=0,50$ olduğunda aşağıdaki formül ile tekrar hesaplandığı zaman;

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{A}) &= \frac{1}{2}.\alpha(n+u) + \frac{1}{2}.(1-\alpha).(m+n) \\ &= \frac{1}{2}.[\alpha.u + n + (1-\alpha).m] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_o &= (0,25.(0,32+0,51)+0,25.(0,21+0,32)=0,25.0,83+0,25.0,53=0,34 \\ W_T &= (0,25.(0,22+0,34)+0,25.(0,16+0,22)=0,25.0,56+0,25.0,38=0,23 \\ W_\xi &= (0,25.(0,46+0,70)+0,25.(0,29+0,46)=0,25.1,16+0,25.0,75=0,48 \end{aligned}$$

Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü, $W'=(0.34,0.23,0.48)$ 'dir. Bu vektör normalize edildiğinde ise risk faktörlerinin ağırlıkları,

$$W=(0.34/1.05,0.23/1.05,0.48/1.05)=(\mathbf{0.32,0.22,0.46}) \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Olasılık, Tespit edilebilirlik ve Şiddet ile ilgili ağırlıklar, Chang'ın yöntemi ile bütünleştirilmiş Liou-Wang yöntemine göre olasılık için, 0.32, tespit edilebilirlik için 0.22 ve şiddet için 0.46 olarak bulunmuştur.

Her iki yöntemde de en büyük ağırlığa sahip risk faktörünün şiddet, en küçük ağırlığa sahip olanın ise tespit edilebilirlik olduğu görülmüştür. Ancak Chang'ın Bulanık AHP yönteminden sonra tutarlılık analizi yapılamadığı için, Liou-Wang yönteminin entegrasyonu ile bulunmuş risk faktörü ağırlıklarına tutarlılık analizi yapılmıştır.

Birinci bölümde anlatılan AHP için tutarlılık analizi aşamalarını uyguladığımızda,

- 1. Adım:** Durulaştırılmış karşılaştırma matrisi(A) ile ağırlık vektörünün (w) çarpılması:

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 1,5 & 0,71 \\ 0,71 & 1 & 0,51 \\ 1,5 & 2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,22 \\ 0,46 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,98 \\ 0,68 \\ 1,38 \end{bmatrix}$$

- 2. Adım.** Çarpma işlemi sonucunda bulunan D vektörünün ağırlık(W) vektörüne bölünmesi:

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} = \begin{bmatrix} 0,98 \\ 0,68 \\ 1,38 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,22 \\ 0,46 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,06 \\ 3,09 \\ 3,00 \end{bmatrix}$$

- 3. Adım:** (λ)'nin hesaplanması

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \lambda = \frac{9,15}{3} = 3,05$$

- 4. Adım:** Tutarlılık Göstergesi(CI)'nin hesaplanması

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = CI = \frac{3,05 - 3}{2} = 0,025$$

- 5. Adım:** Tutarlılık Göstergesinin, Random Göstergesine bölünmesiyle tutarlılık oranının bulunması

$$CR = \frac{CI}{RI} = CR = \frac{0,025}{0,58} = 0,043 < 0,10$$

Random göstergesi Tablo 9’da yer alan değerlere bakılarak 0,58 olarak alınmıştır. Tutarlılık oranının 0,10’dan küçük çıkması gereklidir.

Tutarlılık testini geçmesi nedeni ile risk faktörü ağırlıkları (0.32,0.22,0.46) olarak kullanılmıştır.

3.11.6. Risk Öncelik Puanlarının(RÖP) Hesaplanması

Tablo 44’de yer alan risk faktörü değerleri ve risk faktörü ağırlıkları göz önünde bulundurularak hesaplanmış RÖP değerleri Tablo 48’de gösterilmektedir.

Tablo 48. RÖP’nin Hesaplanması

Risk Faktörleri Hata Türleri	O (0,32)	T (0,22)	Ş (0,46)	RÖP
Delik Ambalaj	7	6	9	7,70
Şişe ağız yapısının bozuk olması	3	4	7	5,06
Renkte standartın tutmaması	1	2	3	2,14
Ambalajda bükülme ve çökme	6	3	6	5,34
Ambalajın çapaklı çıkması	2	1	3	2,24
Üretimde standartın sağlanamaması	4	3	7	5,16
Ambalajın patlaması	6	9	10	8,50
Daha yüksek gramajlı ürün yapmak zorunda olma	2	3	4	3,14
Ürünün zamanında teslim edilememesi	10	2	6	6,40
Kapaktan ürünün sızması	4	2	6	4,48
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması	3	1	3	2,56
TOPLAM				52,72

HTEA yöntemi ile verilerin değerlendirilmesi sonucu risk öncelik puanı (RÖP) değerleri, çarpma yöntemine göre hesaplanmıştır. Bu puanların büyükten küçüğe doğru sıralanması sonucunda risklerin önem düzeyi sıralamaları da elde edilmiş ve sürecin

geliştirilmesine hazır hale getirilmiştir. Tablo 49’da RÖP değerine göre, en yüksek riskliden en düşük riskliye doğru sıralanmış hata türleri yer almaktadır.

Tablo 49. RÖP'na göre Sıralanmış Olası Hata Türleri

Hata Türü	RÖP Değeri	Tüm hata türleri içindeki yüzdesel payı	RÖP Sıralaması
Ambalajın patlaması	8,5	%14,61	1
Delik Ambalaj	7,7	%9,60	2
Ürünün zamanında teslim edilememesi	6,4	%4,06	3
Ambalajda bükülme ve çökme	5,34	%10,13	4
Üretimde standartın sağlanamaması	5,16	%4,25	5
Şişe ağız yapısının bozuk olması	5,06	%9,79	6
Kapaktan ürünün sızması	4,48	%16,12	7
Daha yüksek gramajlı ürün yapmak zorunda olma	3,14	%5,96	8
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması	2,56	%12,14	9
Ambalajın çapaklı çıkması	2,24	%8,50	10
Renkte standartın tutmaması	2,14	%4,86	11
TOPLAM	52,72	%100	

RÖP puanlarına bakıldığı zaman, “Ambalajın patlaması” hata türünün en yüksek RÖP değerine sahip olduğu görülmektedir. Daha sonra bu hata türünü, “Delik Ambalaj”, “Ürünün zamanında teslim edilememesi”, “Ambalajda bükülme ve çökme”, “Üretimde standartın sağlanamaması” gibi hata türleri izlemektedir. “Renkte standartın tutmaması”, “Ambalajın çapaklı çıkması”, “Daha yüksek gramajlı ürün yapma”, “Kapaktan ürünün sızması” hata türleri en düşük RÖP puanına sahip 5 hata türüdür.

Yapılacak iyileştirmelere en yüksek RÖP puanına sahip hata türlerinden başlanmalıdır. Hata türleri, en yüksek öneme sahip teknik karakteristiklerden yola çıkılarak HTEA takımı tarafından belirlenmiştir. Bu nedenle en yüksek risk puanına sahip olan

hataların, hangi teknik ihtiyacın karşılanmaması sonucunda ortaya çıkacağını bilmek ve buna göre gerekli önlemleri almak önemlidir. Hata türlerini belirlemeye yönelik olarak KFG takımı ile yapılan görüşme notlarına bakıldığı zaman elde edilen sonuçlar Tablo 50’de gösterilmektedir.

Tablo 50. Hata Türleri ve Hataya Neden Olan Teknik Karakteristiklerin Karşılaştırılması

Hata Türü	Hata Türü RÖP Sırası	Hataya neden olan teknik karakteristik	Teknik Karakteristik Önem Sırası
Ambalajın patlaması	1	Kalıp tasarımının İyi Yapılmaması	7
Delik Ambalaj	2	Kalite Kontrol Faaliyetlerinin yapılmaması	1
ürünün zamanında teslim edilememesi	3	Üretim, sevkiyat ve stok planlamasının iyi yapılmaması	9
Ambalajda bükülme ve çökme	4	Hammadde kalitesinin düşük olması	4
üretimde standartın sağlanamaması	5	Parison sertlik ayarlarının yapılması	6
Şişe ağız yapısının bozuk olması	6	Doğru Ekipman Kullanımı	2
kapaktan ürünün sızması	7	Kalıp tasarımının İyi Yapılması	7
daha yüksek gramajlı Ürün yapmak zorunda olma	8	Hammadde kalitesinin düşük olması	4
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması	9	Kalıp tasarımının iyi yapılmaması	7
ambalajın çapaklı çıkması	10	Doğru Ekipman kullanımı	2
renkte standartın tutmaması	11	Hammadde standardizasyonu	3

En yüksek önem puanına sahip olan “Kalite kontrol faaliyetlerinin yapılması” teknik karakteristiğinin karşılanamaması durumunda, RÖP sıralamasında 2. sırada yer alan “Delik ambalaj” hata türünün ortaya çıkabileceği görülmektedir. Bu durum da kalite kontrol faaliyetlerinin yapılmasının ne derece önemli olduğunu daha iyi açıklamaktadır.

“Kalıp tasarımının yapılması” teknik karakteristiklerin önem sırasına bakıldığı zaman, 7. Sırada yer almaktadır ancak, kalıp tasarımının iyi yapılmaması nedeni ile ortaya çıkabilecek olan olası hata “ Ambalajın patlaması” en yüksek RÖP puanına sahiptir. Aynı

zamanda “kalıp tasarımının iyi yapılmaması”, “Kapaktan ürünün sızması”na ve “Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması”na sebep olmaktadır. Bunlar da kalıp tasarımının ne derece önemli bir teknik karakteristik olduğunu göstermektedir.

“Doğru Ekipman kullanımı” çok önemli sayılacak teknik karakteristikler arasında yer alıyor olsa da(2. sırada), bu teknik karakteristiğin neden olabileceği hataların RÖP değerleri çok yüksek değildir.

Aynı şekilde hammadde standardizasyonu da önem sırasında 3. sırada yer alırken, neden olduğu hata türü “renkte standardın tutmaması” RÖP sıralamasında en sonda yer almaktadır.

Teknik karakteristik önem derecelerine bakılarak karar verildiği zaman, 9. Sırada yer alan “Üretim, sevkiyat ve stok planlaması” teknik karakteristiğine dair, iyileştirme faaliyetlerine gidilmemesi yönünde karar alınması olasıdır, ancak planlamanın iyi yapılamaması nedeni ile ürünün zamanında teslim edilememesi, firma açısından olumsuz sonuçlar doğurabilecektir.

Bu sonuçlara bakıldığı zaman, iyileştirme faaliyetlerine dair planlar yapılırken hem teknik karakteristiklerin önem puanlarının, hem de ortaya çıkabilecek hataların RÖP değerinin göz önünde bulundurulmasının daha doğru olacağı anlaşılmaktadır. Bu tablo göz önünde bulundurularak düzeltici faaliyetlere başlanması firma için daha faydalı olacaktır.

3.11.7. Önleyici/Düzeltilici Faaliyetlerin Belirlenmesi

RÖP değeri yüksek olan her bir hata sebebi için düzeltici/önleyici faaliyetler açıkça tanımlanmalıdır. Ancak unutulmamalıdır ki başarılı bir HTEA programı, çıkarılan sonuçların iyileşme programlarına (planlarına) dönüşmesi ile gerçekleşir. Bütün organizasyon tarafından sürekli iyileşme konusu benimsenmediği takdirde HTEA statik bir program olarak kalacaktır. HTEA'nin amacı, iyileştirmeleri ve düzeltici faaliyetleri sürekli kılmak ve önlemeye yönlendirmek olmalıdır. Tablo 51'de KFG takımınca belirlenen önleyici faaliyetlere yer verilmiştir.

Bundan sonraki aşamada, HTEA çalışmasından çıkan sonuçların ilgili bölüme iletilmesi ve çözüm üretilmesi gerekmektedir. Gruptan bir veya daha fazla kişi konuyu takip ile görevlendirilmeli, düzeltme faaliyeti yapıldıktan sonra sorun tekrar ele alınmalı ve RÖP hesaplanarak yeniden test edilmelir. Problem önemsiz düzeye inmişse listeden çıkartılmalıdır.

Tablo 51. Önleyici/Düzeltilici Faaliyetler

Hata Türleri	Önleyici/Düzeltilici Faaliyetler
Delik Ambalaj	Delik şişe test makinesinin her parti çıkışında kullanılması
Şişe ağız yapısının bozuk olması	Kalite kontrol faaliyetlerinin sıklaştırılması
Renkte standartın tutmaması	Daha dikkatli personel, çalışan elemanın uyarılması, otomasyona geçilmesi
Ambalajda bükülme ve çökme	Kaliteli hammadde kullanımı, gazlı kapak kullanımı ile şişmenin önlenmesi, nakliye ve depo sırasında istiflemeye dikkatli olunması
Ambalajın çapaklı çıkması	Daha yeni ve düzgün kalıp kullanımı,
Üretimde standartın sağlanamaması	Hep aynı tedarikçiden hammadde alımı, stoklu çalışma
Ambalajın patlaması	Kaliteli hammadde kullanımı, müşteri ile iletişim kurarak ürün hakkında bilgi sahibi olarak, kapak seçiminde yardımcı olma
Daha yüksek gramajlı ürün yapmak zorunda olma	Kalıp tasarımcısı ile çalışma
Ürünün zamanında teslim edilememesi	Üretim planlamasının daha ciddi yapılması, mümkünse planlama tarihinden 3 gün sonraya tarih verilmesi, üretim bitince müşteri ile iletişim
Kapaktan ürünün sızması	Kalite kontrol faaliyetlerinin sıklaştırılması,
Ambalaj yüzeyinin pürüzlü olması	Hammadde, kalıp ve makinanın kalitesinin yüksek olması

Elde edilen KFG ve HTEA sonuçları birlikte yorumlandığı zaman firmalar için çok yararlı olabilecek sonuçlar elde etmek mümkündür. Risk öncelik puanı en yüksek olan “Ambalajın patlaması” hata türünü göz önünde bulundurarak bir örnek vermek gerekirse;

Teknik karakteristiklerin önem derecesine bakıldığı zaman 7. sırada, “ Kalıp tasarımının iyi yapılmaması” teknik karakteristiğinin yer aldığı görülmektedir. Oysa bu teknik karakteristiğin karşılanamaması durumunda ortaya çıkabilecek hata türü RÖP değeri, en yüksek RÖP değeri olarak hesaplanmıştır. Burdan da kalıp tasarımının iyi yapılmasının ne derece önemli olduğu sonucuna varılmaktadır.

Korelasyon matrisi incelendiğinde de kalıp tasarımının iyi yapılmasının farklı teknik karakteristikleri de olumlu yönde etkileyeceği görülmektedir. Kalıp tasarımının iyi yapılması

ile daha az gramajlı, ancak daha kaliteli, dayanıklı ambalajlar üretmek mümkün olmaktadır. Müşteri ihtiyaçlarının önem dereceleri gruplar bazında incelendiğinde ise, müşterilerce en yüksek önem ortalamasına sahip müşteri ihtiyaçları grubunda yer alan müşteri ihtiyaçları dayanıklılık ile ilgilidir.

Ayrıca firma rakipleri ile yapılan rekabet kıyaslamasında, ” dayanıklılık” konusunda “iyi” olarak değerlendirilmiştir.

Bütün bu sonuçlar kalıp tasarımı konusunda yapılacak iyileştirme ya da geliştirmelerin etkisinin ne derece önemli olabileceğini ortaya koymaktadır.

Her bir hata türü göz önünde bulundurularak, KFG ve HTEA sonuçlarını dikkate alarak bu şekilde yapılacak yorumlar, firmaya hangi konulara odaklanması gerektiği konusunda önemli bilgiler verecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde işletmeler, hızlı teknolojik gelişmelerin yaşandığı ve müşteri beklentilerinin her geçen gün arttığı küresel bir pazarda faaliyet göstermektedirler. Kısıtlı kaynaklar, artan rekabet ve üretim süreçlerinin daha karmaşık hale gelmesi sebebi ile daha yüksek kaliteli ürünü, zamanında ve uygun fiyatta müşterilerine sunabilmek için büyük çaba göstermek zorunda kalmaktadırlar.

Daha yüksek kaliteli ürünler üretebilmek, müşteri bağımlılığını yaratabilmek ve rekabetsel üstünlük sağlayabilmek için sürekli iyileşmeye/gelişmeye önem vermek artık bir gerek değil mecburiyet haline gelmiştir.

Müşteri memnuniyetini sağlayabilmenin ve daha kaliteli ürünler üretebilmenin yolu da müşteri ihtiyaçlarını iyi anlayarak bu doğrultuda teknik karakteristikleri belirlemekten geçmektedir. Ayrıca, küresel pazarda başarılı olmak için işletmelerin rakiplerini de iyi tanıması ve rakipleri ile kıyaslamalar yaparak kendi eksikliklerini fark edebilmesi gerekmektedir.

Müşteri ihtiyaçlarını toplayarak teknik karakteristiklerin belirlenmesini ve rekabet değerlendirmesi yapmayı sağlayan Kalite Fonksiyon Göçerimi analizinin benimsenmesi ve devamlılığının sağlanması, işletmelere önemli artılar kazandıracaktır.

KFG’nde, müşteri isteklerini teknik karakteristiklere dönüştürmede kullanılan Kalite evi, aynı zamanda, işletmenin kendi zayıf yönlerini saptamasında kolaylık sağlarken, rakip işletmelere karşı avantaj sağlayabilmek için geliştirmesi gereken yönlerini belirlemede de yardımcı olmaktadır.

Bu tekniğin temel girdileri, müşterilerden elde edilen “müşteri sesleri” olarak adlandırılan müşteri ihtiyaçları ile bu ihtiyaçlara müşteriler tarafından verilen önem puanları, planlama matrisinde yer alan rakipler ile kıyaslama değerlendirmeleri, kalite takımı tarafından belirlenen teknik karakteristikler ve müşteri ihtiyaçları arasındaki ilişkileri gösteren değerlendirmelerdir.

KFG’nin birçok avantajının yanı sıra araştırmacılar, müşteri seslerindeki bulanıklık, çok sayıda veriyi girdi olarak kullanma ve analiz etme zorunluluğu, kalite evindeki hedef değerlerin atanmasındaki belirsizlik gibi problemlerin varlığından da söz etmektedirler.

Bu nedenlerle, karşımıza çıkan bir karar verme probleminde kullanılan kriterlerden bazıları subjektif olduğunda, çok değişkenli karar verme metotlarını kullanarak çözüm bulmak daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

Belirsizliklerin iyi tahlil edilmesi ve daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için kullanılan yaklaşımlardan biri de, bulanık mantık yaklaşımıdır. Bulanık yapıya sahip değişkenlerin bulanık sayılar ile ifade edilmesi son yıllarda ilgi ile izlenen bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle, KFG Analizinin belirsizlik içeren girdilerinin de bulanık mantık yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmesi daha doğru olacaktır.

Bunun yanı sıra, kalite fonksiyon göçerimi analizi, teknik karakteristikler için önem dereceleri belirlemekte ve yapılacak iyileştirmelere önem derecesi yüksek olan teknik

karakteristiklerden başlanması gerektiğini savunmaktadır.

Ancak, belirlenen teknik karakteristiklerin başarısızlığa uğraması sonucunda ortaya çıkacak hataların etkisi ve olumsuz sonuçları birbirinden çok farklı düzeylerde olabilecektir, ya da iyileştirilmesi düşünülen yüksek önem derecesine sahip teknik karakteristikler beraberinde bir takım riskler getirebilecektir. Bu noktada Kalite Fonksiyon Göçerimi'ne bir risk analizinin entegre edilmesi uygun olacaktır.

Yapılan bu tez çalışmasında, Kalite Fonksiyon Göçeriminin plastik ambalaj üreten bir firmada uygulamasına yer verilmiştir. Bu sektörde yapılan bir KFG çalışmasına rastlanmaması nedeni ile plastik ambalaj sektörü; firmadaki eksiklikler göz önünde bulundurulduğunda da, firmaya katkı sağlayabileceği düşüncesi ile plastik ambalaj sektöründe faaliyet gösteren söz konusu firmada çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçların literatüre katkı sağlayacağı ve firma yöneticilerine alacakları kararlarda yol göstereceği düşünülmektedir.

KFG yaklaşımında müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi son derece önemlidir. KFG yaklaşımının sonraki aşamalarına yön verecek olan, müşteri ihtiyaçlarıdır. Belirlenen müşteri ihtiyaçlarından yola çıkarak analizler yapılacak ve teknik karakteristikler ile ilgili kararlar verilecektir.

Plastik Ambalaj üretimi yapmakta olan firmanın müşterileri farklı sektörlerde faaliyet göstermektedir. Daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, Bulanık KFG Analizinin sadece tarım ve kimya sektöründe faaliyet gösteren müşterilerinden toplanan bilgiler ışığında gerçekleştirilmesine KFG takımı tarafından karar verilmiştir.

Bu çalışmada, anketler ve derinlemesine görüşme tekniği yardımı ile 26 adet müşteri ihtiyacı ve bu ihtiyaçların önem dereceleri, sözel ifadeler şeklinde elde edilmiştir.

Sözel ifadeler ve belirsizlikler söz konusu olduğunda, bu ifadeler için bulanık sayıların kullanılması daha doğrudur. Belirsizliklerin, klasik mantık anlayışı ile kesin değerlerle değil, bulanık mantık anlayışı ile daha esnek bir şekilde ele alınması, daha

gerçekçi sonuçlara ulaşmayı sağlayacaktır. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen müşteri ihtiyaçları önem dereceleri bulanık sayılar ile ifade edilmiştir.

Yapılan anketler sonucunda elde edilen 26 adet müşteri ihtiyacı önem derecelerinin belirlenmesinde kullanılan üçgensel bulanık sayılar, Liou-Wang yöntemi kullanılarak sıralanmıştır ve bu sıralama sonucunda müşterilerin müşteri ihtiyaçlarını ne derecede önemli bulduğu belirlenmiştir. “Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma Yapmaması” müşteri ihtiyacının en yüksek önem derecesine sahip olduğu görülmüştür. Diğer müşteri ihtiyaçları önem sıralamasına da çalışmanın uygulama bölümünde Tablo 26’da yer verilmiştir.

Sözel değerlendirmelerin yer aldığı müşteri ihtiyaçları önem derecesinin belirlenmesinde, rekabetsel değerlendirmenin yapıldığı planlama matrisinde ve müşteri ihtiyaçları ile teknik karakteristikler arasındaki ilişkiyi gösteren ilişki diyagram matrisinde de üçgensel bulanık sayılar kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Belirlenen müşteri ihtiyaçlarına göre yapılan rekabet analizi sonrasında da firmanın rakiplerine kıyasla ne durumda olduğu değerlendirilmiş ve rakip olarak seçtiği iki firmayla karşılaştırıldığında, müşterilerce önemli olan ihtiyaçların bazılarında rakipler, firmaya kıyasla daha iyi durumdadırlar.

Rekabet değerlendirmesi ve hedef değerlerin belirlenmesi sonucunda , “Üretim, sevkiyat ve stok planlaması”, “Hammadde standardizasyonu”, “Kalite kontrol faaliyetlerinin yapılması” konularında firmanın kendini geliştirmesi gerektiği ve rekabet edebilir bir duruma gelmesinin gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu konularda firma da kendisine yüksek hedef değerler atamıştır.

Ayrıca, “ Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslim edilmesi” müşteri ihtiyacında firmanın da rakiplerin de başarılı olmadığı görülmektedir. Bu konuda firmanın kendisini geliştirmesinin, müşterilerin gözünde değerinin artmasını ve rekabet üstünlüğü elde etmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

KFG takımı tarafından belirlenen teknik karakteristikler ve müşteri seslerini temsil

eden müşteri ihtiyaçları kalite evine yerleştirilerek oluşturulan ilişki diyagram matrisi sayesinde her bir teknik ihtiyacın önem derecesi belirlenmiştir.

Korelasyon matrisi yardımı ile teknik karakteristiklerin birbiri ile olan ilişkileri de yorumlanmıştır. Bu sayede firma hangi karakteristiklere yoğunlaşması gerektiğini daha net bir şekilde görebilecektir.

Farklı yöntemler kullanılarak sıralanan ve durulaştırılan bulanık teknik karakteristik önem dereceleri değerlendirilerek en yüksek önem derecesine sahip teknik karakteristikler ortaya konmuştur. En yüksek önem derecesine sahip teknik karakteristiğin, “Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Yapılması” olduğu sonucuna ulaşılmış ve diğer teknik karakteristiklerin de önem derecesi sıralamaları tablolaştırılmıştır. Önem derecelerine göre sıralanmış teknik karakteristikler Tablo 38’de görülmektedir.

En yüksek önem derecesine sahip olan “Kalite kontrol faaliyetlerinin yapılması” teknik karakteristiğinin yerine getirilmesi sonucunda, önem derecesi sıralamasında ilk üç sırada yer alan;”Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma yapmaması(M.İ.11)”, “Kapağın sızdırma yapmaması(M.İ.12)” ve “Kapağın şişeye iyi oturması(M.İ.10)” müşteri ihtiyaçları da karşılanmış olacaktır. Ayrıca, bu üç müşteri ihtiyacı göz önünde bulundurularak rekabet analizi sonuçlarına bakıldığı zaman firmanın en güçlü rakibine kıyasla kendisine düşük puan verdiği görülmüştür.

Kalite kontrol faaliyetlerinin yapılması ile önem sıralamasında 5. Sırada yer alan “ürünün zamanında teslim edilmesi” müşteri ihtiyacı da karşılanmış olacaktır. Bu müşteri ihtiyacının karşılanması ile firmanın bu konuda zayıf olan rakiplerinin de önüne geçebileceği tahmin edilmektedir.

Bu sonuçların yanı sıra, korelasyon matrisinin incelenmesi sonucunda, farklı teknik karakteristiklerde de olumlu gelişmeler yaşanacağı anlaşılmaktadır. “Kalite kontrol faaliyetlerinin yapılması” teknik karakteristiği ile, “Ambalaj yüzeyinin pürüzsüz olması”, “şişe ağzının iyi frezelenmesi”, “Kapağın şişe boynuna iyi oturması” teknik karakteristikleri arasında olumlu korelasyon olduğu görülmektedir. Bütün bu sonuçlar Kalite kontrol faaliyetlerinin yerine getirilmesinin hem müşteri memnuniyeti hem de rekabet açısından ne

derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Bulanık kalite fonksiyon göçerimi analizinin sonuçlarının yorumlandığı bu çalışmada ayrıca; Bulanık Mantık ve Klasik Mantık yaklaşımına göre yapılacak hesaplamaların birbirinden farklı sonuçlar verip vermeyeceğini ortaya koyabilmek için, müşteri ihtiyaçları önem dereceleri ortalamaları, Klasik Mantık Yaklaşımına göre kesin değerlerle de hesaplanmış ve iki farklı yaklaşıma göre yapılan müşteri ihtiyaçları önem dereceleri sıralamalarının birbirinden farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Müşteri İhtiyaçları önem derecelerinde olduğu gibi teknik karakteristiklerin önem derecelerinin sıralaması sonuçları da Klasik Mantık'a göre sıralanmış teknik karakteristiklerin önem dereceleri ile kıyaslanmış ve yine iki yaklaşıma göre elde edilmiş sıralama sonuçlarının birbirinden farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur.

KFG analizinde anket ve görüşmeler sırasında subjektif yargılar ve değerlendirmeler kullanıldığı ve sözel veriler elde edildiği için bulanık sayılar kullanılarak elde edilen teknik karakteristiklerin önem sıralamasının daha gerçekçi sonuçlar ortaya koyduğuna inanılmaktadır. Bu sıralama dikkate alınarak firmanın gerekli düzenlemelere ve iyileştirmelere karar vermesi gerekmektedir. Teknik karakteristiklerin önem derecesi sıralamasına bakılarak gerekli planların yapılması mümkündür ancak teknik karakteristiklerin karşılanamaması durumunda ne türk risklerin ortaya çıkacağına bilinmesi, iyileştirme faaliyetlerine dair farklı kararların alınmasına yol açabilecektir. Bu nedenle bu aşamada KFG'ne bir risk analizinin entegre edilmesi gereklidir. Ortaya çıkabilecek hata türlerini ve bunların risk öncelik puanlarını hesaplayabilmek için, Bulanık AHP ile bütünleştirilmiş HTEA kullanılmıştır.

Bulanık AHP'nde Chang'ın Genişletilmiş BAHP yöntemi kullanılmıştır. Literatür taraması sonucunda, Chang'ın Genişletilmiş BAHP yöntemini kullanan çalışmalarda tutarlılık analizi yapılamadığı görülmüştür. Bu çalışmada; Göksu ve Güngör'ün çalışmalarında, Chang'ın Genişletilmiş BAHP yöntemi ile bütünleştirdiği Liou-Wang yöntemi kullanılarak tutarlılık oranı hesaplanabilmiştir. Tutarlı olduğuna karar verilen BAHP sonucunda elde edilen risk faktörü ağırlıkları göz önünde bulundurularak, teknik

karakteristiklerin başarısızlığa uğraması sonucu ortaya çıkabilecek hata türleri için RÖP değerleri hesaplanmıştır.

HTEA sonucunda ortaya konan RÖP değerleri ve KFG analizi sonucunda ortaya konan teknik karakteristik önem dereceleri kıyaslanarak bu iki analiz sonuçlarının birlikte değerlendirilmesinin gerekliliği ortaya konmuştur. KFG analizi sonrasında düşük öneme sahip olarak tespit edilen bir teknik ihtiyacın karşılanamaması durumunda ortaya RÖP değeri yüksek hataların çıkabileceği anlaşılmıştır.

Müşteri sesini dinleyerek müşteri memnuniyetini artırabilmek ve hataların müşteriye ulaşmadan önlenmesini sağlamak için KFG ve HTEA'nin bütünleştirilmesinin gerekliliği çalışmanın ortaya koyduğu en önemli sonuçlardan biridir.

Ayrıca bu tür analizlerin yapılmasının gerek firma çalışanları ve yetkilileri arasındaki ilişkileri, gerekse firma yetkilileri ve müşteriler arasındaki ilişkileri olumlu yönde etkilediği de görülmüştür. KFG analizinde yönetimin desteği çok önemlidir. Yönetimin desteği çalışanların motivasyonunu da artırmaktadır. Söz konusu firmada yapılan bu çalışmada, farklı departmanlardan gelen üyelerin KFG takımına farklı bakış açısı getirdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra, yöneticiler ve farklı departman çalışanlarının aralarındaki iletişimin de takım çalışması sırasında arttığı görülmüştür. Bu çalışmaların devamlılığının sağlanmasının şirket kültüründe de olumlu gelişmeler sağlayacağı düşünülmektedir.

KFG sürecine müşterilerin de dahil edilmiş olması işletmeye karşı olumlu yaklaşımlar geliştirecektir ve KFG süreci içerisinde yer almaları, onların da elde edilen sonuçlar ile ilgilenmesini sağlayacaktır. Yapılan bu çalışmanın ilk aşamalarında, müşterilerden alınan geribildirimler, bu sürecin devamlılığının sağlanması sonucunda müşterilerin düşünceleri ile ilgili olumlu gelişmeler elde edileceği konusunda işaretler vermiştir. Müşteriler, “müşteri seslerine” kulak verilmesi konusunda memnuniyetlerini anket aşamasında dile getirmişlerdir.

Maliyetler ve diğer firmalarla rekabet açısından olumlu sonuçlar elde edebilmek için gelecekte alınacak kararlarda KFG sonuçlarının dikkate alınması ve KFG çalışmalarının

devam ettirilmesi gereklidir.

Çalışmanın ikinci bölümünde KFG ile entegre edilebilecek farklı yaklaşımlara da değinilmiş olunmasının, bundan sonra yapılacak çalışmalara dair fikir vereceği düşünülmektedir.

Kalite fonksiyon göçeriminin bir takım eksikliklerinin ve dezavantajlarının giderilmesinde faydalı olacak çeşitli araçlar vardır. Belirsizliklerin ve sözel verilerin söz konusu olması durumunda bulanık mantık yaklaşımı daha gerçekçi sonuçlar ortaya koyacaktır. Müşteri ihtiyaçlarının önem seviyelerinin belirlenmesinde ikili karşılaştırmalar yapmak için Analitik Hiyerarşi Prosesinin sürece dahil edilmesi faydalı olacaktır.

Çatı matrisinde teknik karakteristikler arasında çelişkiler tespit edildiği zaman, TRIZ analizi ile ortaya çıkan çelişkilere alternatif çözümler üretilebilecektir. Müşteri ihtiyaçları ve teknik karakteristikler arasındaki ilişkiler için en iyi hedef değer belirlenmesinde, teknik karakteristikler arasındaki ilişkinin modellenmesinde Taguchi Yaklaşımı yararlı olabilecektir.

Bu çalışmada, söz konusu yardımcı araçlardan Hata türü ve etkileri analizine yer verilerek teknik karakteristikler için bir risk analizi yapılmış, ayrıca sözel değişkenler bulanık sayılarla ifade edilerek bulanık Mantık Yaklaşımı KFG analizinde kullanılmıştır.

Karmaşıklık yaratmamak için bu çalışmada kullanılmayan KFG'ne yardımcı diğer araçlara, farklı yaklaşımlara değinilmiş olmasının, bundan sonra yapılacak çalışmalara dair fikir vereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AKAO, Y. (1990), QFD Integrating Customer Requirements into Product Design, Productivity Press, New York.

AKAO, Y. (1997), "QFD: Past, Present and Future", International Symposium on QFD-97, Linköping.

AKÇAY, M. ve OKAY, Ş. (2009), "Otomotiv Yetkili Servislerinde İç Müşteri Memnuniyetine Etki Eden Faktörler Üzerine Bir Alan Çalışması: Denizli, Aydın, İzmir Örneği", 8. Anadolu İşletmecilik Kongresi, Manisa, ss: 306-315.

AKIN, B. (1998), ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi, Bilim Teknik Yayın Evi, İstanbul.

AKYÜZ, B. ve YAYLA, Y. (2009), "Ürün Geliştirme Çalışmalarını Hızlandırmada Kullanılan Araç ve Yöntemler", 2. Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu, 30 Nisan-1 Mayıs, Çankaya Üniversitesi, Ankara.

ALPAR, R. (2011), Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler, Detay Yayıncılık, Ankara.

ALTAŞ, İ. H. (1999), "Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı", Enerji, Elektrik, Elektromekanik Dergisi, Temmuz, Sayı: 62, ss: 80-85, Bileşim yayıncılık A.Ş., İstanbul.

ALTINTAŞ, M.H. (1990), Müşteri Tatmininden Müşteri Değerine, Alfa Basımevi, Bursa.

ARAN, G. (2006), Kalite İyileştirme Sürecinde Hata Türü ve Etkileri Analizi ve bir uygulama, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi

ARI, S. (2006), Müşteri Beklentilerini Ürün Karakteristiklerine Dönüştürme Aracı Olarak Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Bir Gıda İşletmesinde Uygulama Denemesi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

ARDIÇ, K., ÇEVİK, O., GÖKTAŞ, Ş. (2008), “Kalite Fonksiyon Göçerimi (GOP Üniversitesi’nde Bir Uygulama)”, Akademik İncelemeler Dergisi, Cilt:3, Sayı:2, ss:111-139

ARMAĞAN, H. (2008), Öğrenci Akademik Performans Değerlendirmesi için Yeni Bir Yaklaşım, Süleyman Demirel Üniversitesi, Matematik Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

ARICAN, R. I. (2006), Ürün Pazarlamasında Kalite Geliştirme Tekniklerinden Kalite Fonksiyon Göçerimi-QFD tekniği, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

ARSLAN, T. (2010), “Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi’yle Strateji Seçimi:Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’nde bir uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi dergisi, C.15, S.2, ss: 455-477.

ATEŞOĞLU, İ. (2011), “Nitel Araştırmalar ve Nitel Verilerin Analizi”, Pazarlama Araştırması, Lisans Yayınevi, İstanbul, Editörler: Ayşe Şahin ve Burak Kartal, ss: 404-418.

AY, M. ve SAVAŞ, H. (2005), “Üniversite Kütüphanesi Tasarımında Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 3, ss: 80-98.

AYDIN, Ö. (2009), “Ankara için Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile modellenmesi”, SDÜ, İİBF dergisi, Cilt: 14, Sayı: 2, ss: 69-86.

AYYILDIZ, G. (2003), CIM Yatırımlarının Bulanık AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi

BAVILACQUA, F., CIARAPICA, F.E., GIACCHETTA, G. (2006), “A Fuzzy-QFD Approach to Supplier Selection”, Journal of Purchasing&Supply Management 12, ss: 14-27.

BAYKAL, N. ve BEYAN, T. (2004), Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.

BAYKASOĞLU, A., DERELİ, T., YILANKIRAN, N., YILANKIRAN, A., (2003), “Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Gaziantep’te Orta Ölçekli Bir Firmaya Uygulanması”, II. Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, s.157, Konya.

BAYSAL, E. ve BAŞKAN, S. (1999), “Orta Ölçekli bir İşletmede Hata türü ve Etkileri Analizi Uygulanması”, Makine ve İmalat Teknolojileri Sempozyumu Bildiri Kitabı, ss: 148-154, Konya.

BEKTAŞ, D. (2007), Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Film Kaplı Tablet Üretiminde Uygulanması, Marmara Üniversitesi, SBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

BHUSHAN, N. ve RAI, K. (2003), Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process, India.

BİLGİN, Ö. (2006), Hata Türü ve Etkileri Analizinde Bulanık Mantık Uygulanması, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

BESTERFIELD, D.H. (1999), Total Quality Management, 2nd ed. Upper Saddle River, New Jersey. Prentice-Hall,

BOUCHEREAU, V. ve ROWLANDS, H. (2000), “Methods and Techniques to Help Quality Function Deployment (QFD)”, Benchmarking: An International Journal, 7 (1): ss: 8–19.

BOYCE, C. ve NEALE, P. (2006), “Conducting in-depth Interviews: a guide for designing and conducting in-depth interviews”, Pathfinder International Interviews May 2006.

BOZBURA, T. T. ve BESKESE, A. (2007), "Prioritization of Organizational Capital Measurement Indicators using Fuzzy AHP, International Journal of Approximate Reasoning 44, ss: 124-147.

BÜYÜKÖZKAN, G., FEYZİOĞLU, O., RUAN, D. (2007), "Fuzzy Group Decision-Making to Multiple Preference Formats in Quality Function Deployment", Computers in Industry 58, ss: 392-402.

CHAGUN, D. (2010), "Research on Application System of Integrating QFD and Triz, Proceeding of the 7th International Conference on Inovation and Management,ss:499-503,HongKong.

CHAN, L.K., KAO, H.P., WU, M.L. (1999), "Rating the Importance of Customer Needs in Quality Function Deployment by Fuzzy and Entropy Methods." Int.J. Prod.Res., 37(11), ss: 2499-2518.

CHEN, L. H. ve KO, W-C.(2009),"Fuzzy Linear Programming Models for New Product Design using QFD with FMEA", Applied Mathematical Modelling 33, ss: 633-647.

CHEN, L. H. ve WENG, C-M. (2003)," A Fuzzy Model for Exploting Quality Function Deployment", Mathematical and Computer Modelling 38, ss: 559-570.

CHEN, L. H. ve KO, W-C. (2008), "Fuzzy Approaches to Quality Function Deployment for New Product Design", Fuzzy Sets and Systems, Volume 160, issue: 18, ss: 2620-2639.

CHEN, L. ve KO, W. (2009), "Linear Programming Models for New Product Design Using QFD with FMEA "Applied Mathematical Modelling 2009/33, ss: 633-647.

CHING, L. ve CHANG, L. (2001), "Failure Mode and Effects Analysis Using Grey Theory, Integrated Manufacturing Systems 12/3, ss: 211-216.

CHOU, S_Y., QUOC DAT, L., YU, V.F. (2011), “A Revised Method for Ranking Fuzzy Numbers using Maximizing Set and Minimizing Set”, Computers & Industrial Engineering 61 (2011) ss:1342–1348.

Chrysler LLC Ford Motor Company, (2008), Potential Failure Mode and Effects Analysis FMEA, Fourt Edition.

COCHRAN, C. (2003), Customer Satisfaction Tools, Techniques and Formulas for Success, United States of America.

ÇAVDAR, E. (2009), Kalite Fonksiyon Yayılımında Bulanık Tabanlı Değerlendirme, Gazi Üniversitesi, SBE., Doktora Tezi.

ÇİÇEK, R. ve DOĞAN, C.İ. (2009), “Müşteri Memnuniyetinin Artırılmasında Hizmet Kalitesinin Ölçülmesine Yönelik Bir Araştırma Niğde İli Örneği”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, ss: 199-217.

ÇİNPOLAT, S. (2007), Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Hizmet Sektöründe Uygulanması Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

ÇOKLUK, Ö. (2011), Nitel Bir Görüşme Yöntemi: Odak Grup Görüşmesi”, Kurumsal Eğitimbilim Dergisi, 4(1), ss:95-107

DAYA, B. ve RAOUF, A. (1996), “A Revised Failure Mode and Effects Analysis Model”, International Journal of Quality and Reliability Management, 13/1, ss: 43-47.

DAĞDEVİREN, M., (2007), “Bulanık Analitik Prosesi ile Personel Seçimi ve Bir Uygulama”, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Dergisi, No:4, Cilt:22, ss:791-799.

DEDEOĞLU, A. (2002), “Tüketici Davranışları Alanında Kalitatif Araştırmaların Önemi ve Multidisipliner Yaklaşımlar” DEÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 17, Sayı: 2, ss: 75-92.

DELİCE, K. ve GÜNGÖR, Z.(2008), “Müşteri İhtiyaçlarının Sınıflandırılmasında Kano

Model Uygulaması”, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Akademik Bilişim Dergisi,ss 193-198.

DELİCE, K. ve GÜNGÖR, Z. (2009), “New Mixed Integer Linear Programming Model for Product Development Using Quality Function Deployment”, Computers&Industrial Engineering 57, ss: 906-912.

DEMİRCİ, B. (2012), “Türkiye Plastik Ambalaj Mamülleri Sektör İzleme Raporu”, Ege Plastik Sanayicileri Dayanışma Derneği.

DENZIN, K. N. ve LİNCOLN, Y.S., (2011), The Stage Handbook of Qualitative Research, Sage Publication, United Kingdom.

DICANDER, D. (2004), Quality Function Deployment. 2nd seminar on Development of Modular Products Konferansı Notları, Sweden.13-14 Aralık 2004:ss: 49-55.

DOĞAN, B. (2004), Karar Vermede Çok Kriterli Bir Yaklaşım Olarak Analitik Hiyerarşi Süreci ve Mayın Avlama Gemisi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminin Uygulanması, Deniz Harp Okulu, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

DOĞAN, Ö. ve ARICAN, R. I. (2008), “İlaç Sektöründe Kalite Fonksiyon Göçerimi Matrisinin Oluşturulması”, Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt: 9, Sayı: 1, ss: 107-123.

DOĞAN, S. ve KILIÇ, S. (2008), “İlişki Yönetiminde İç ve Dış Müşteri Memnuniyetinin Sağlanması”, KMU İİBF Dergisi, Cilt: 8, Sayı: 14, ss: 60-87.

DURHAN, D. (2006), Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama, Gazi Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

ECER, F. ve KÜÇÜK, O. (2008), “Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama”, Atatürk Üniversitesi SBE Dergisi, Cilt: 11, sayı: 1, ss: 355-369.

ELEREN, A. (2007), “Eğitim Başarisının Artırılmasında S¼reç Geliştirme Y¼ntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, s: II, ., s: 1-25.

ERDEM, S., KAVRUKKOCA,G., ÖZDAĞOĞLU, A., (2003), “Kalite K¼lt¼r¼nde Kalite Fonksiyon G¼çeriminin Rol¼”,2. Kalite Sempozyumu, ss:62-69.

ERENOĞLU, A. (2010), Hastane İşletmelerinde Kalite Fonksiyon G¼çerimi, Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstit¼s¼, Y¼ksek Lisans Projesi.

ERENSAL, Y. C., NCAN, T., DEMİRCAN, M.T. (2006), “Determining Key Capabilities in Technology Management using Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A Case Study of Turkey”, Information Sciences 176, ss: 2755-2770.

ERGİNEL, N. (2003), “Tasarım Hata T¼r¼ ve Etkileri Analizinin Etkinliği İçin Bir Model ve Uygulaması”, Anadolu Üniversitesi, M¼hendislik-Mimarlık Fak¼ltesi Dergisi, Cilt 15, Sayı: 3, 2003, ss: 17-28.

ERTUĞRUL, İ.ve AYTAÇ, E. (2007), “Kalite Fonksiyon G¼çeriminde Markov Zincirleri ve Otomotiv Sekt¼r¼ rneği”, Pamukkale Üniversitesi İşletme Fak¼ltesi Dergisi, Cilt: 8, Sayı: 2, ss: 181-200.

ERYURT, E., HAYATI, Ç., SAVAşKAN, M., (2012), S¼rekli Geliştirme Temelinde, KFG-Triz B¼t¼nleřmesi ile M¼řteri odaklı-yaratıcı, r¼n ve Proses Geliştirme, İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme M¼hendislięi B¼l¼m¼ InoTec Teknoloji Y¼netim Danışmanlığı Ltd.şti.

EYMEN, E. (2006), Kalite Fonksiyon G¼çerimi, Kalite Ofisi Yayınları, No: 11.

EşME, U., BAYRAMOĞLU, M., AYDIN, H., (2009), “Galetaj İşleminin Taguchi Tabanlı Gri İlişki Ç¼z¼mlemesi ile Optimizasyonu”, M¼hendislik ve Teknoloji Sempozyumu, Çankaya niversitesi, ss: 204-217, Ankara.

FULLER, R. (1995), Neural Fuzzy Systems, Abo Akademi Press, Finland.

GARCIA, P. A., SHIRRU, R., FURUTUOSO, P., MELO, E. (2005), "A Fuzzy Envelopment Analysis Approach for FMEA", Progress in Nuclear Energy Vol.46, No 3-4, ss: 359-373.

GINN, D.M., JONES, D.U., RAHNEJOT, H., ZAİRİ, M. (1998), "The QFD/FMEA interface", European Journal of Innovation Management, Volume 1, Number 1, ss: 7-20.

GİRGİNER, N. ve KAYGISIZ, Z. (2010), "İstatistiksel Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1), ss: 211-233.

GOVERS, C. (1996), "What and How About Quality Function Deployment(QFD)", Internal Journal of Production Economics, 46-47, ss: 575-585.

GÖKSU, A. (2008), Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora tezi.

GÖKSU, A. ve GÜNGÖR, İ. (2008), " Bulanık Analitik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 13, s.3, ss:1-26

GRANHOLM, J. (2004), "The Use of FMEA in Product Development", Proceedings from the 2nd Seminar on Development of Modular Products, December 13-14, Sweden, ss: 109-114.

GRIFFIN, A. ve HAUSER, J.R. (1993), "The Voice Of The Customer", Marketing Science, 12(1) ss: 1-27.

GUIMARAES, F. ve LAPA, M. (2004), "Fuzzy FMEA Applied to Power Chemical and Volume Systems", Progress in Nuclear Energy, Vol 44, No 3, ss: 191-213.

GUINTA, L., R. ve PRAIZLER, N., C. (1993), The QFD Book, The Team Approach To Solving Problems And Satisfying Customers Through Quality Function Deployment, New York: Amacom.

GÜLLÜ, E. ve ULCAI, Y. (2002), "Kalite Fonksiyon Yayılımı ve Bir Uygulama", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1, 2002, ss: 71-91.

GÜNAL, Ü. (1997), "Bulanık Mantık", Otomasyon Dergisi, No: 55, ss: 50-57.

GÜNER, H. (2005), Bulanık AHP Ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Denizli.

HALES, R., LYMAN, D., NORMAN, R. (1990), "QFD and the Expanded House of Quality", International Technic Group Inc. Tecnic Report, ss:1-12

HAMZAÇEBİ, C. ve KUTAY, F. (2001), "Kalite Maliyetlerine Genel Bir Bakış: Taguchi Kayıp Fonksiyonu", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 2.

HILL, N., ROCHE, G., ALLEN, R. (2007), Customer Satisfaction, the Customer Experience through the Customer's Eye, Cogent Publishing Ltd, London.

HUANG, H-H. ve Lİ, T-S. (2009), "Applying Triz and Fuzzy AHP to Develop Innovative design for Automated Manufacturing Systems" Expert Systems with Application,36(4) ss:8302-8312.

INDULSKA, M. (2009), "Improving the Quality Process Reference Models: A Quality Function Deployment-Based Approach", Decision Support System 47, s: 60-71.

İŞIKLI, Ş. (2008), "Bulanık Mantık ve Bulanık Teknolojiler", Ankara Üniversitesi, Felsefe Bölümü Dergisi, Cilt: 19, ss: 105-126.

KADIOĞLU, M., UÇMUŞ, E., GÖNEN, D. (2009), "Makine İmalatı Yapan Bir İşletmede

Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizi ile Hata Kaynaklarının Belirlenmesi ve Kalitenin İyileştirilmesi”, BAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt: 11, Sayı: 1, ss: 42-55, Balıkesir.

KAHRAMAN, C., RUAN, D., DOĞAN, İ. (2003), “Fuzzy Group Decision Making for Facility Location Selection, Information Sciences, Volume:157, ss:135-153

KAHRAMAN, C. ve RUAN, D. (2004), “Multi Attribute Comparison of Catering Service Companies using Fuzzy AHP: The Case of Turkey, International Journal of Production Economies 87, ss: 171-184.

KAHVECİOĞLU, A. ve KIYAK, E. (2003), ”Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 1, Sayı: 2, ss: 63-72.

KAPAN, K. (2013), “Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Tedarikçi Seçimi”, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt: 28, Sayı: 1, Yıl: 2013, ss. 197-231.

KAPLAN, S. ve ARIKAN, F. (2012), ”Savunma Sektörü Tezgah Yatırım Projelerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 3, ss:23-33.

KARSAK, E. ve SENER, Z. (2011), ”Combined Fuzzy Linear Regression and Fuzzy Multiple Objective Programming Approach for Setting Target Levels in Quality Function Deployment”, Expert Systems with Applications 38, ss: 3015-3022.

KAY, J., ALMANNAI, B., GREENOGH, R. (2008), “A Decision Support Tool Based on QFD and FMEA for the Selection of Manufacturing Automation Technologies”, Robotics and Computer Integrated Manufacturing 24, ss:501–507

KHOO, L. P. ve HO, N. C. (1996), “Framework of a Fuzzy Quality Function Deployment System”, International Journal of Production Research, 34/2.

KILIÇ, B. ve BABAT, D. (2011), “Kalite Fonksiyon Göçerimi: Yiyecek İçecek İşletmelerine Yönelik Kuramsal Bir Yaklaşım” Kahramanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 13 ss:93-104,

KIM, K.J., MOSKOWITZ, H., ANOOP, D., EVANS, G. (2000), ”Fuzzy Multicriteria Models for Quality Function Deployment”, European Journal of Operational Research, ss: 504-518.

KITZINGER, J. (1994),“The Metodology of Focus Groups: the Importance of Interaction between Research Participants”,Sociology of Health Vol: 16, No1, s103-121.

KLIR, G. ve YUAN, B. (1995), Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Prentice Hall Inc, United States of America.

KOÇAK, A. (2003), “Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı ve Bir Uygulama”, Akademik Bakış Dergisi, 3(12), ss: 67-77.

KORAYEM, M. H. ve IRAVANI, A. (2008), ”Improvement of 3P and 6R Mechanical Robots Reliability and Quality Applying FMEA and QFD Approaches”, Robotics and Computer- Integrated Manufacturing, 24-2008, ss: 472-487.

KUO, T. C., WU, H_H., SHIEH, J. (2009), ”Integration of Environmental Considerations in Quality Function Deployment by Using Fuzzy Logic”, Expert Systems with Applications 36, ss: 7148-7156.

KWONG, C. K. and BAI, H. (2003), “Determining the Importance Weights For the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP With an Extent Analysis Approach”, IIE Transactions, Volume 35, Issue 7, ss: 619-626.

LIAO, C., CHEN, J., YEN, D. (2007), “ Theory of Planing Behaviour and Customer Satisfaction in the Continued Use of e-Service: an Integrated Model”, Computers in Human Behaviour, Volume: 23, issue: 6, ss: 2804-2822.

LIEBERMAN, M. (2008), Design Performance: The Kano Model, Quirk's Marketing Research Review, October Issue

LIU, H. T. (2009), "Extension of Fuzzy QFD: From Product Planing to Part Deployment", Expert Systems with Applications 2009/36, ss: 11131-11144.

LEE, A. H. ve LIN, C. Y. (2006), "An Integrated fuzzy QFD Framework for New Product Development", Flexible Services and Manufacturing Journal; 23, 1; ss: 26-47.

LIN, M., TSAI, Y., CHAO, C., CHANG, A. (2004), "Using Fuzzy QFD for Design of Low-and Digital Camera", International Journal of Applied Science and Engineering, 2004/2, ss: 222-233.

LIU, C-H ve WU, H-H. (2008), "A Fuzzy Group Decision-Making Approach in Quality Function Deployment", Quality and Quantity, Volume 42, Issue 4, ss: 527-540.

MADDUX, A. G., AMOS, R.W., WSKIDA, A.R. (1991). "Organizations Can Apply QFD as Starategic Planning Tool", Industrial Engineering, 23(9): ss: 33-37.

MADU, C. N. (2006), House of Quality In a Minute: Quality Function Deployment, Chi Publishers, United States.

MİRMAHMUTOĞULLARI, S. (2007), Tedarik Zinciri Yönetimi Sürecinde Tedarikçi Özelliklerini İyileştirmede Kalite Fonksiyon Yayılımının Kullanımı, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

MIZUNO, S. ve AKAO, Y. (1994), QFD: The Customer Driven Approach to Quality Planing and Development, Asian Productivity Organization, Tokyo.

MOHAMMED, A. S. (2004), "Failure Mode and Effects Analysis- A Comprehensive Quality Tool", Proocedings from the 2nd Seminar on Development of Moduler Products, December 13-14, 2004, Sweeden, ss: 1-6.

NABİYEYEV, V. (2005), Yapay Zeka, Seçkin Kitabevi, Ankara.

NAKİP, M. (2005), Pazarlama Araştırmalarına Giriş, Seçkin Yayınevi, Ankara.

OKUL, D. (2007), “Analitik Ağ süreci ve Bulanık Mantık Yardımıyla Kalite Fonksiyon Yayılımının Mobilya Sektöründe Uygulanması”, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

ÖNDEMİR, Ö., ŞEN, C.G., BARAÇLI, H. (2004), “Hata Türü Ve Etkileri Analizinde Bulanık Mantık Yaklaşımının Kullanılabilirliği”, XXIV. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran 2004, Çukurova Üniversitesi ve Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep-Adana, ss: 361-363.

ÖTER, Z. ve TÜTÜNCÜ, Ö. (2001), “Turizm işletmelerinde Kalite Fonksiyon Göçerimi: Seyahat Acentalarına Yönelik Kavramsal Bir Yaklaşım”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 3.

ÖZDAĞOĞLU, A. (2011) Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri, Tmmob Makine Mühendisleri Odası, Yayın No:570.

ÖZDEN, Ü. (2008), “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İlkokul Seçimi”, Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt XXIV, Sayı 1, ss: 299-320.

ÖZKAN, Y. (2002), “Müşteri Sadakatinin Sağlanmasında QFD Metodolojisinin Kullanımı”, 1. Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu, İzmir, ss:17-19.

ÖZTEMEL, E. (2006), Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, 1. Baskı, İstanbul.

ÖZTÜRK, T. (2008), Hata Türü ve Etkileri Analizi’nde Bulanık Mantık Kullanarak Bir Kamu Hastanesinin Satın Alma Sürecinin İyileştirilmesi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

ÖZTÜRK, B ve BAŞKAYA, Z. (2012), “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Bir Ekmek Fabrikasında Un Tedarikçisinin Seçimi”, Business and Economics Research Journal, Volume 3, Number 1, ss: 131-159.

ÖZVERİ, O. (2005), “The Benefits of QFD During The Process of Product Design and Launch: The Case Study of a Textile Company”, 11th International Symposium on Quality Function Deployment., ss: 119-129.

ÖZVERİ, O. ve TÜRKSEVER, T. (2006),”Kalite Fonksiyon Yayılımının Dekoratif Cam Üretimine Uygulanması”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:8, Sayı:4

PERÇİN, S. ve USTASÜLEYMAN, T. (2009), ”Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Kalite Fonksiyon Göçerimi Yardımıyla Bakım Stratejisi Seçimi”, Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 2, ss: 11-26.

PILLAY, A. ve ANG, J. (2003), “Modified Failure Mode and Effects Analysis Using Approximate Reasoning”, Reliability Engineering and System Safety, 79, ss:69–85 (2003)

RAMANATHAN, R. ve YUNFENG, J. (2009), ”Incorporating Cost and Environmental Factors in Quality Function Deployment Using Data Envelopment Analysis” Omega International Journal of Management Science, ss: 711-723.

REVELLE, J. B., MORAN, J.W., COX, A. (1997), The QFD Handbook, Compass Organization, Toronto.

RONALD, G. (1998), Kalite Fonksiyon Yayılımı: Bir Şirketin Müşterileri ile Bütünleştirilmesi, Çeviren: Enternasyonel Tercüme Hizmetleri Ltd. Şti., Marşal Boya ve Vernik Dağıtım, İstanbul.

RONNEY, E., OLFE, P., MAZUR, G. (2000), “Gemba Research In The Japanese Cellular Phone Market”, Nokia Public Presentation, 1(17).

ROSS, J. T. (2004), Fuzzy Logic with Engineering Applications, John&sons Ltd, England.

SAATY, T. (1986), “Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process”, Management Science; V: 32; N: 7; ss:841- 855

SAATY, T. ve VARGAS, L. G. (2001), Models, Methods, Concepts&Applications of the Analytic Hierarchy Process. Kluwer Academic Publishers.

SANDIKÇI, M. (2007), “Müşteri Memnuniyeti Ölçülmesi ve Sandıklı Kaplıcasında Bir Alan Araştırması”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, S:II, ss: 39-53.

SATTAROV, R. (2008), Kalite Fonksiyon Yayılımında Bulanık Mantık Yaklaşımı: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

SAUERWEIN, E., BAILOM; F., MATZLER, K., HINTERHUBER, H. (1996), “The Kano Model: How to Delight Your Customer”, IX. International Working Seminar on Production Economics, Austria, ss: 313-327.

SCHMIDT, R. (1997), ”The Implementation of Simultaneous Engineering in the Stage of product Concept Development: A Process Orientated Improvement of Quality Function Deployment”, European Journal Operational Research 100, ss: 293-314.

SEYHAN H. (2005), Kalite Fonksiyon Yayılımının İncelenmesi ve Bir Uygulama, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

SHARMA, R., KUMAR, D., KUMAR, P. (2005), “Systematic Failure Mode Effect Analysis Using Fuzzy Linguistic Modelling”, International Journal of Quality&Reliability Management, Vol: 22/9, ss: 986-1004.

SHERWOOD, M. ve SHU, L. (2000), "Modified HTEA Using Analysis of Automotive Remanufacturer Waste Streams to Support Design for Remanufacture", Proceedings of DETC'00 ASME 2000 Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference Baltimore, Maryland, September ss: 10–13.

SHOWMAN, J. (2011), "Introduction to 'Voice of the Customer' Focus Groups, Office of Financial Management PAC meeting, May 4.

SILVERMAN, D. (2004), Qualitative Research Theory, Method and Practice, Sage Publication Inc, London.

SIMPSON, T. W. (2009), "Taguchi's Robust Design Metod", Penn State, Department of Mechanical and Nuclear Engineering, ie: 466.

SOFYALIOĞLU, Ç. (2005), Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Gıda Sanayiinde Uygulanabilirliği, Celal Bayar Üniversitesi Doktora Tezi, Manisa.

SOFYALIOĞLU, Ç. (2008), "Proses Hata Türü Etki Analizini Bulanık Değerleme Modeli, Ege Akademik Bakış, 2008/1, ss: 35-53.

SÖYLEMEZ, C. (2006), Hata Türü ve Etkileri Analizi İş Güvenliği Uygulaması, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

SULİYEV, T. (2007), Müşteri Beklentilerinin Kalite Fonksiyon Yayılımı ile Analiz Edilmesi ve Gıda Ambalajı Sanayinde Örnek bir Uygulama, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

ŞAMUR, M. S. (2005), "Otomotiv Servislerinde FMEA ve FTA Hata Önleme Tekniklerinin Uygulanması, Marmara Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ŞANYILMAZ, M. (2006), Deney Tasarımı ve Kalite Geliştirme Faaliyetlerinde Taguchi Yöntemi ile Bir Uygulama, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Y.L.Tezi.

ŞEN, Z. (2004), Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

ŞENGÜL, Ü. ve EREN, M. (2013), "Bulanık AHP İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi", Erciyes Üniversitesi, İİBF Dergisi, Sayı: 40, s: 143-165.

ŞİMŞEK, M. (2001), Toplam Kalite Yönetimi, 3.Baskı, Alfa Yayınları, Bursa,

TANIK, M. (2010), Improving “ Order Handling Process by using QFD and FMEA Methodologies: a case study”, International Journal of Quality and Reliability Management., Vol 27, No4, ss:404-423.

TAŞ, M. (2006), Bir Maden İşletmesi İçin Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması, Dumlupınar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.

TAŞAN, K. (2006), Bir Risk Değerlendirme ve Güvenilirlik Metodu olarak Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA), Bir Otomotiv Yan Sanayi İşletmesinde Uygulanması, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

TAYLAN, D. (2009), Taguchi Deneysel Tasarımı Uygulaması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

TEMELOĞLU, M. H. (2008), Müşteri Beklentilerine Odaklı Ürün ve Hizmet Tasarımının Geliştirilmesine Yönelik Bir Sistem Önerisi, Başkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi

TEMPOŇİ, C., YEN, J., TIAO, W. A. (1999), “House of Quality: A Fuzzy Logic Based Requirements Analysis”, European Journal of Operational Research, 117, ss: 340–354.

TESCH, R. (2002), Qualitative Research Analysis Types and Software Tools, LSL Press, Philadelphia.

TERNINKO, J. (1997), Step by Step QFD, edition 2, CRC Press, United States of America.

TERZİ, Ü. (2004), “Taguchi Yöntemi ve Bulanık Mantık Kullanılarak Üretim Parametrelerinin Eşzamanlı En İyilenmesi”, Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi.

TİRYAKİ, E. A. ve KAZAN, R. (2007), “Bulaşık Makinesinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi”, Mühendis ve Makine Dergisi, Cilt: 48, Sayı: 565, ss :3-8.

TÜYSÜZ, V. ve KAHRAMAN, C. (2006), “Project Evaluation Using a Fuzzy Analytic Hierarchy Process: An Application to Information Technology Projects”, International Journal of Intelligent Systems, vol: 21, ss: 559-584.

UĞUR, G. (2006), Çok Amaçlı Bulanık Transport Probleminin Genişleme Prensipleriyle Çözülmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE, Yüksek Lisans. Tezi.

UĞUR, N. (2007), Bir Üçüncü Parti Lojistik Şirketinde Kalite Fonksiyonu Yayılımı Uygulaması, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

WANG, Y-G, CHIN, K_S., GORY, K.A., POON, K., YANG, J. (2009), ”Risk Evaluation in Failure Mode and Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean”, Expert Systems with Applications 36, ss: 1195-1207.

WANG, X. ve XIONG, W. (2011), ”An Integrated Linguistic-Based Group Decision-Making Approach for Quality Function Deployment, ”Expert Systems with Applications, Volume: 38, issue 12, November-December, ss: 14428-14438.

WU, M-L. ve CHAN, L-K. (2005), ”Systematic Approach to Quality Function Deployment with a Full Illustrative Example”, Omega The International Journal of Management Science, ss: 119-139.

XIE, M., GOH, T.N., TAN, K.C. (2003), Advanced QFD Applications, Quality Press,

XEXEO, G. (2012), Fuzzy Logic, Computing Science Department and Systems and Computing Engineering Program, Federal University of Rio de Janeiro Brazil.

VATTHANAKUL, S., JANGCHUD, A., JANGCHUD, K., WILKINSON, B. (2010), "Gold Kiwifruit Leather Product Development Using Quality Function Deployment Approach", Food and Quality Preference 21. ss: 339-345.

YANMAZ, Ö. (2005), Hastane İşletmelerinde Kalite Fonksiyon Göçerimi, Ahmet Yesevi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Bitirme Projesi, Muğla.

YARALIOĞLU, K. (2010), Karar Verme Yöntemleri, Detay Yayıncılık, Ankara.

YAVUZ, S. (2012), Öğretmenlerin Otomobil Tercihlerinde Etkili olan Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Belirlenmesi, Dumlupınar Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, ss: 29-46.

YENGİNOL, F. (2008), "Neden Kalite Fonksiyon Göçerimi", DEÜ, İşletme Fakültesi Dergisi, cilt: 9, Sayı: 1, ss: 7-15.

YILDIRIM, S. (2011), Ürün Tasarımı Geliştirilmesi: Taguchi Tasarımı, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi.

YILDIRIM, M., YILMAZ, N., AKSOY, D. (2013), Triz Yaratıcı Problem Çözme Teorisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü Proje Sunumu

YILDIZ, S. ve BARAN, Z. (2011), "Kalite Fonksiyon Göçerimi ve Homojenize Yoğurt Üretiminde Uygulanması", Ege Akademik Bakış Dergisi, 11(1), ss: 1347-1360.

YILMAZ, H. (2009), Optimization of the Product Design Through Quality Function Deployment (qfd) and Analytical Hierarchy Process (ahp): a Case Study in a Ceramic Washbasin, İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi .

YILMAZ, B. S. (2000), “Hata Türü ve Etkileri Analizi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 4, ss: 133-150.

YUAN, B. (1994), Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications, New York.

ZAİM, S. ve ŞEVKLİ, M. (2002), ”The Methodology of Quality Function Deployment with Crisp and Fuzzy Approaches and an Application in the Turkish Shampoo Industry", Journal of Economic and Social Research, Vol. 4, No. 1, ss: 27-32.

ZULTNER, R. ve MAZUR, G. (2006), “The Kano Model:Recent Developments”, Transactions From QFD 18. Symposium on Quality Function Deployment, Austin, ss:109-116

[.www.danismend.com](http://www.danismend.com), Erişim Tarihi, 12.05.2013

<http://www.kageme.itu.edu.tr/icerik/5teknik/html>, Erişim Tarihi, 20.05.2013

<http://www.xing.com/net/kalite-sistemleri>, Erişim Tarihi, 19.03,2013

(www.fhi.360.org, Erişim Tarihi, 06,02,2012.

<http://globe.miiis.edu/nokia.pdf>, Erişim Tarihi, 05.05.2013

(<http://enm.blogcu.com/alti-sigma-ve-toplam-kalite-yonetimi-tezi-26/3163142>,Erişim Tarihi, 07.02.2013

www.kalder.org, Erişim Tarihi, 20,9,2010

www.ipek.deveci.org/images/FMEA.pdf, Erişim Tarihi,12.9.2010

www.plasfed.org, Erişim Tarihi, 10,3,2012

<http://www.bafrakidem.org>, Erişim Tarihi, 1,2,2014

<http://makine2.kocaeli.edu.tr/kalite/kalitearaci1.pdf>, Erişim Tarihi, 20,9,2009

<http://www.ambalaj.org.tr/>, Erişim Tarihi, 10.3.2012

www.akademikdestek.net/kutuphane, Erişim Tarihi, 1.2.2014

EK1
MÜŞTERİ İHTİYAÇLARI ÖNEM SEVİYELERİNİ BELİRLEME ANKET FORMU

Değerli Katılımcı;

“Bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi ile Hata Türü ve Etkileri Analizinin Bir Ambalaj Firmasında Uygulanması” isimli Doktora tezi çalışmasında aşağıda yer alan anket sonuçlarından yararlanılacaktır. Doğru verilerin elde edilebilmesi ve sağlıklı bulguların ortaya konulabilmesi için siz katılımcıların desteği bizleri memnun edecektir. Vereceğiniz bilgiler gizlilik ilkeleri ışığında bilimsel bir amaç için kullanılacaktır.

Değerli katkılarınız için şimdiden teşekkür eder, çalışmalarınızda başarılar dilerim

Beran Gülçiçek

1.GENEL SORULAR

1.1. İşletme Adı (İstenilirse boş bırakılabilir):

.....

1.2. İşletmeniz aşağıdaki sektörlerden hangisinde yer alır?

- Tarım
 Kimya
 Boya
 Gıda
 Petrokimya
 Otomotiv
 Kozmetik
 Diğer

1.3. İşletmeniz kaç yılında ve nerede kurulmuştur?

.....

1.4. İşletmeniz sermaye yapısı bakımından hangi sınıfa girer?

- Yabancı
 Yerli Özel
 Kamu
 Yabancı –Yerli Ortaklık

1.5. İhracat/ithalat yapıyor mu?

- Hayır
 Sadece İhracat
 Sadece İthalat
 Her ikisi de yapıyor

1.6.İşletmenizdeki toplam çalışan sayısı kaçtır?

- 10'dan az
 10-49
 50-249
 250 ve fazlası

1.7. İşletmedeki konumunuzu belirtiniz.

- İşletme Sahibi
 Üst Kademe Yönetici
 Orta Kademe Yönetici
 Alt Kademe Yönetici
 Diğer.....

1.8.Cinsiyetiniz?

- Kadın
Erkek

1.9.Eğitim durumunuz?

- Hiç okula gitmemiş
 İlkokul
 Ortaokul
 Lise
 Ön lisans
 Lisans
 Yüksek Lisans
 Doktora

1.10. Üniversite mezunu iseniz hangi alandan mezun oldunuz?

- Gıda Mühendisliği
 Çevre Mühendisliği
 Ziraat Mühendisliği
 Makine Mühendisliği
 Endüstri Mühendisliği
 İşletme Mühendisliği
 İnşaat Mühendisliği
 Kimya Mühendisliği
 İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
 Diğer

2.1.MÜŞTERİ İHTİYAÇLARI ÖNEM DERECELERİ

Lütfen aşağıdaki müşteri ihtiyaçlarının sizin için önem seviyesini x işareti koyarak belirtiniz..

MÜŞTERİ İHTİYAÇLARI		ÖNEM DERECELERİ				
		Hiç Önemli Değil	Önemsiz	Ne önemli Ne önemsiz	Önemli	Çok önemli
Satış	Vadeli Satış İmkânı					
	Sipariş miktarının doğru olması					
	Sorunların hızlı çözümü(aktif müşteri hizmetleri)					
	Fiyatın daha düşük olması					
	Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi					
Kullanım Kolaylığı	Kullanımı kolaylaştıran tasarım (kapağın ölçü gibi kullanılması vb)					
	istiflemeye uygun birbirine geçebilen ambalaj					
	Otomatik doluma uygunluk					
	Otomatik etiketlemeye uygunluk(etiket basıldığında yüzeyin potluk yapmaması vb.)					
	Kapağın şişeye iyi oturması					
Dayanıklılık	Ambalajın ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması					
	Kapağın sızdırma yapmaması					
	İklim şartlarına dayanıklılık					
	Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık					
	Yola dayanıklılık					
	Darbelere dayanıklılık					
Çeşitlilik	ürüne uygun ambalaj çeşitliliği olması					
	Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi					
	Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi olduğunu bilmesi					
	Ambalaj ve kapak renk uyumu					
	Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslim edilmesi					
Standartizasyon	Folyosu iyi yapışmış kapak(folyosuz kapak çıkmaması)					
	Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması					
	Ambalajın sertliğinde standardın tutması					
	Ambalaj renginde standartlık					
	Ambalajın ağırlığında standartlık					

2.2.Yukarıdaki tabloda yer almayan ancak sizin için önemli olan, kullandığımız ambalaj ile ilgili özellik/özellikler varsa **önem derecesi ile birlikte** lütfen belirtiniz.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

EK 2

MÜŞTERİ İHTİYAÇLARI REKABET DEĞERLENDİRMESİ ANKET FORMU

Asağıda yer alan her bir müşteri ihtiyacını karşılama açısından kendi firmanız ve kendinize rakip gördüğünüz iki firma ile kıyaslayarak, çok kötü”, “kötü”, “orta”, “iyi” ve “çok iyi” ifadelerini kullanarak değerlendiriniz. Ayrıca kendi firmanız için belirlediğiniz hedefi de “belirtiniz. Değerlendirmeleri yaparken aşağıdaki kısaltmaları kullanabilirsiniz. Çok Kötü: ÇK, Kötü: K, Orta: O, İyi: İ, Çok iyi: Çİ.

MÜŞTERİ İHTİYAÇLARI	Rekabet Kıyaslaması			Hedefler
	Firma	Rakip A	Rakip B	
Vadeli Satış İmkani				
Sipariş Miktarının doğru olması				
Sorunların hızlı çözümü				
Fiyatın daha düşük olması				
Ürünün istenilen zamanda teslim edilmesi				
Kullanımı kolaylaştıran tasarım				
İstiflemeye uygun ambalaj				
Otomatik doluma uygunluk				
Otomatik etiketlemeye uygunluk				
Kapağın şişeye iyi oturması				
Ek yerlerinden patlama ve sızdırma olmaması				
Kapaktan sızdırma yapmaması				
İklim şartlarına dayanıklılık				
Şişme ve bükülmeye karşı dayanıklılık				
Yola dayanıklılık				
Darbelere dayanıklılık				
Ürüne uygun ambalaj çeşitliliğinin olması				
Yeni dizayn isteyince az sayıda basabilmesi				
Müşterinin ürünü ilk açanın kendisi oluşunu bilmesi				
Ambalaj-kapak renk uyumu				
Firmanın logosu basılmış olarak ambalajın teslimi				
Folyosuz kapak çıkmaması				
Şişe ağzı genişliğinin/kalınlığının standart olması				
Ambalajın sertliğinde standardın tutması				
Ambalaj renginde standartlık				
Ambalajın ağırlığında standartlık				

EK4
TEKNİK İHTİYAÇLAR ARASINDAKİ KORELASYONLAR

TEKNİK İHTİYAÇLAR



	Aval poliçeli banka teminatı	± %10 sipariş miktarı	Müşteri ile diyalog sağlayacak personel alımı	Çok çeneli makine ile çalışmak	Üretim ve Stok Planlaması	Ar-Ge yatırımlarının yapılması	İç içe geçebilen kilitli ambalaj	Ambalaj ağız yapısının uygun olması	Ambalaj yüzeyinin pürüzsüz olması	Şişe ağzının iyi frezelenmesi	Şişe ağız çapının uygun olması	Hammadde kalitesinin artırılması	Kapağın şişe boynuna iyi oturması	Ambalaj gramajının artırılması	Kalıp tasarımının iyi yapılması	Parison sertlik ayarının iyi yapılması	Üretici firmada kalıp çeşitliliğinin bulunması	Tasarım maliyeti	Kilitli Kapak	Kapak emniyet bandı	Klişe yaptırılması	Doğru ekipman kullanımı	Kalite Kontrol Faaliyetlerinin yapılması	Standart renk kartlarının kullanımı	Hammadde standardizasyonu	Ventilli kapak kullanımı	
Aval poliçeli banka teminatı																											
± %10 sipariş miktarı																											
Müşteri ile diyalog sağlayacak personel alımı																											
Çok çeneli makine ile çalışmak																											
Üretim ve Stok Planlaması																											
Ar-Ge yatırımlarının yapılması																											
İç içe geçebilen kilitli ambalaj																											
Ambalaj ağız yapısının uygun olması																											
Ambalaj yüzeyinin pürüzsüz olması																											
Şişe ağzının iyi frezelenmesi																											
Şişe ağız çapının uygun olması																											
Hammadde kalitesinin artırılması																											
Kapağın şişe boynuna iyi oturması																											
Ambalaj gramajının artırılması																											
Kalıp tasarımının iyi yapılması																											
Parison sertlik ayarının iyi yapılması																											
Üretici firmada kalıp çeşitliliğinin bulunması																											
Tasarım maliyeti																											
Kilitli Kapak																											
Kapak emniyet bandı																											
Klişe yaptırılması																											
Doğru ekipman kullanımı																											
Kalite Kontrol Faaliyetlerinin yapılması																											
Standart renk kartlarının kullanımı																											
Hammadde standardizasyonu																											
Ventilli kapak kullanımı																											