

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE ISO / TS 16949:2002
GEREKLİLİKLERİNE GÖRE TEDARİKÇİ SEÇME VE
DEĞERLENDİRME SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Dilek Pınar SAFRAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2006

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE ISO / TS 16949:2002
GEREKLİLİKLERİNE GÖRE TEDARİKÇİ SEÇME VE
DEĞERLENDİRME SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Dilek Pınar SAFRAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 27.11.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr.Nursel Öztürk Yrd.Doç.Dr.Mehmet Akansel Prof.Dr.Sedat Ülkü
(Danışman)

ÖZET

ISO/TS 16949:2002 teknik şartnamesi tüm otomotiv üreticilerinin taleplerini birleştirir ve otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren tüm işletmelere iyi tanımlanmış tek bir kalite güvence sistemi hedefi tanımlar. Bu çalışma otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren işletmeler için ISO/TS 16949:2002 gerekliliklerine göre bir tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemi geliştirmiştir.

İlk olarak bir kalite güvence sisteminin kriter ve alt kriterlerini tanımlamak için Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi (VAHP-Voting Analytic Hierarchy Process) ile bir hiyerarşik yapı geliştirilmiştir. Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi sistemdeki her kriter ve alt kriterin önem dereceleri atanırken Kalite Fonksiyonları Yayılımı (QFD-Quality Function Deployment) yönteminin de entegre edilmesiyle geliştirilmiştir. Çünkü QFD, kriter ve alt kriterler arasındaki karmaşık ilişkileri değerlendirmek için etkin bir yaklaşımdır. Bu çalışmadaki QFD yaklaşımı, 15 adet ISO/TS 16949 denetçisinin grup çalışmasından temellenmektedir.

Geliştirilen sistem adaylar arasından en iyi tedarikçileri seçmede, tek bir tedarikçinin kalite güvence sistemini denetlemede ve bir işletmenin kendi kalite güvence sistemini denetlemesinde kullanıma uygundur.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi seçme, tedarikçi değerlendirme, ISO/TS 16949, analitik hiyerarşi prosesi (AHP), oylamalı analitik hiyerarşi prosesi (VAHP), kalite fonksiyonları yayılımı (QFD).

A SUPPLIER SELECTION AND EVALUATION SYSTEM FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY INCLUDING ISO/TS 16949:2002 REQUIREMENTS

ABSTRACT

ISO/TS 16949:2002 technical specification combines demands of all automotive manufacturers and indicates a well defined, unique quality assurance system target for all companies in automotive industry. This study develops a special supplier selection and evaluation system for the companies in automotive industry due to the necessities of ISO/TS 16949:2002.

A hierarchical frame is first created by Voting Analytic Hierarchy Process (VAHP) to define the criteria and subcriteria of a quality assurance system. Voting Analytic Hierarchy Process (VAHP) is developed by integrating Quality Function Deployment (QFD) approach when assigning weights of each criteria and sub-criteria of the system. Therefore QFD is an effective approach to analyse matrix relations between criteria and subcriteria. QFD approach of this study is based on group work of 15 ISO/TS 16949 auditors.

Developed system is suitable to use for selecting best suppliers among candidates, evaluating quality assurance system of a supplier and evaluating their own quality system for a company.

Key Words: Supplier selection, supplier evaluation, ISO/TS 16949, analytic hierarchy process (AHP), voting hierarchy process (VAHP), quality function deployment (QFD).

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KONU ile İLGİLİ ÇALIŞMALAR	2
2.1. Literatürde Yer Alan Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Çalışmaları.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Teknik Şartnamelerin (Spesifikasyonların) Oluşturulması.....	11
3.1.2. ISO/TS 16949: 2002 Teknik Şartnamesinin Doğuşu.....	12
3.1.3. ISO/TS 16949:2002 Teknik Şartnamesinin Maddelerinin Tanıtılması.....	15
3.1.3.1. Proses Yaklaşımı.....	15
3.1.3.2. ISO/TS 16949:2002 Kalite Yönetim Sistemi Genel Şartları.....	17
3.1.3.3. ISO/TS 16949:2002 Teknik Şartnamesinde Yönetimin Sorumluluğu.....	19
3.1.3.4. ISO/TS 16949:2002 Teknik Şartnamesinde Kaynak Yönetimi.....	24
3.1.3.5. Ürün Gerçekleştirme.....	21

3.1.3.6. Ölçme, Analiz ve İyileştirme.....	27
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Temel Bilimsel Yöntemlerin Tanıtılması.....	30
3.1.4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	30
3.1.4.2. Kalite Fonksiyonları Yayılımı (QFD).....	47
3.2. Yöntem.....	56
3.2.1. Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi.....	57
3.2.2. Puanlama Yönteminin Geliştirilmesi.....	58
3.2.2.1. Geleneksel AHP ile Oylamalı AHP Yöntemleri Arasındaki Farklar.....	60
3.2.2.2. Oylamalı AHP Yönteminin Geliştirilmesi.....	65
3.2.2.3. QFD Değerlerinin Sayısallaştırılması.....	68
3.2.2.4. QFD Değerlerinin Sayısallaştırılması Uygulaması.....	77
4. ISO/TS 1694:2002 GEREKLİLİKLERİNE GÖRE TEDARİKÇİ SEÇME ve PERFORMANS DEĞERLENDİRME SİSTEMİ UYGULAMASI.....	82
4.1. Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sistemi Geliştirme Aşamalarının Özetlenmesi.....	82
4.1.1. Performans Değerlendirme Kriterlerinin Seçilmesi.....	82
4.1.2. Kriterlerin Değerlendirilme Yönteminin Seçilmesi.....	82
4.1.3. Değerlendirme Kriterleri Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi.....	83
4.1.4. Tedarikçi Performansının Değerlendirilmesi ve Performans Puanının Atanması.....	83
4.2. Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Uygulamaya Hazırlanması.....	84
4.2.1. Son QFD Matrislerindeki İlişki Değerlendirmelerin Sayısallaştırılması.....	85
4.2.1.1. Ana Kriterlerin Genel Performansa Olan Etkilerinin Hesaplanması.....	86
4.2.1.2 Alt Kriterlerin Ana Kriterlere Olan Etkilerinin Hesaplanması.....	88
4.2.2. Ortalama Toplam Etkilerin Normalizasyonu.....	112
4.2.3. Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Hiyerarşik Yapısında Katsayılar.....	113

4.2.4. Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Uygulaması.....	114
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	117
6. KAYNAKLAR.....	121
EK 1 – Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sistemine Ait Ana Kriter, Alt Kriter ve Temel Gereklilikler.....	125
EK 2 – Alt Kriterlerin Değerlendirme ve Puanlama Örnekleri.....	140
EK 3 – Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sistemi Uygulama Örneği.....	144
TEŞEKKÜR.....	146
ÖZGEÇMİŞ.....	147

SİMGELER DİZİNİ

a_{ij}	-	İkili karşılaştırma matrisinde bir hücre değeri ($=w_i/w_j$)
a_m	-	w_M müşteri ihtiyacı için performans hedefi
c_i	-	Müşteri ihtiyacı
d_i	-	Müşteri ihtiyacı i 'nin önem derecesi
d_i^l	-	l seviyesindeki i . müşteri ihtiyacının önem derecesi ($d_i^0 = d_i$)
e_i	-	Mühendislik karakteristiği
ec_j	-	Mühendislik karakteristiği
f_M	-	w_M müşteri ihtiyacının son önem derecelendirmesi
g_{mk}	-	w_M müşteri ihtiyacı'nın önem derecesi
H	-	Karar verme hiyerarşisinde müşteri ihtiyaçları için toplam kısıtlar kümesi
$l = \{0,1,\dots,L\}$	-	Müşteri ihtiyacı hiyerarşisinin seviyeleri
m_l	-	l seviyesindeki müşteri ihtiyacı sayısı
n	-	Bir ikili karşılaştırma matrisinin eleman sayısı, oylamalı AHP yönteminde oylayıcı sayısı
p	-	Noguchi yönteminde sıralanacak R adet kriterin numarasını temsil eden indis
R	-	r_{ij} 'nin kısmi bilgisini temsil etmek için karar vericiler veya tasarım takımının kısmi bilgisinden oluşan kısıtlar kümesi, Noguchi yönteminde sıralanacak yer sayısı
S	-	Noguchi sıralamasında kullanılan yer sayısı
$r_{i,j}$	-	Müşteri ihtiyacı i ile mühendislik karakteristiği j arasındaki sayısallaştırılmış ilişki
s_n	-	Son teknik derecelendirme değeri
t_n	-	Bir müşteri ihtiyacı için ilk teknik derecelendirme
u_M	-	İşletmenin gelişim oranı
u_{rs}	-	Noguchi yönteminde s. yerin r. kriter için ağırlığı

- w_i - İkili karşılaştırma matrisinde kullanılan ağırlık değeri
 w_M - Müşteri ihtiyacı
 w_{e_j} - Her mühendislik karakteristiğinin görece önemi veya ağırlığı
 x_{Ml} - l işletmesinin w_M müşteri ihtiyacında performans derecesi
 x_{rs} - Noguchi yönteminde r . kriterin s . yer için n oylayıcı tarafından toplam oylaması
 $Y^0 = Y_j^0$ - En düşük seviyedeki müşteri ihtiyaçları kümesi
 Y_j^l - l . seviyedeki j . müşteri ihtiyacının alt düğüm kümesi
 y_{nl} - l işletmesinin ürününün H_n için performans skoru
 z_n - İşletmenin H_n için teknik rekabet önceliği
 λ - Bir matrisin özdeğeri
 λ_{\max} - Bir matrisin en büyük özdeğeri
 $\Psi(d_i^l)$ - $l = 1, 2, \dots, L$ olmak üzere müşteri ihtiyaçları için uzman takımdan gelen kısmi bilgi kümesi olarak tanımlanır.
 $\theta_{\min}(ec_j)$ - Mühendislik karakteristiği ec_j için minimum kesin sınır
 $\theta_{\max}(ec_j)$ - Mühendislik karakteristiği ec_j için maksimum kesin sınır
 θ_{rr} - Noguchi oylamasında r . kriterin skoru
 $\varphi_{\min}(ec_j)$ - Mühendislik karakteristiği ec_j için minimum ikili sınır
 $\varphi_{\max}(ec_j)$ - Mühendislik karakteristiği ec_j için maksimum ikili sınır
 $\xi_i^-(ec_j)$ - Mühendislik karakteristiği ec_j 'nin i . müşteri ihtiyacına minimum etkisi
 $\xi_i^+(ec_j)$ - Mühendislik karakteristiği ec_j 'nin i . müşteri ihtiyacına minimum etkisi

KISALTMALAR

- AHP -Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
 QFD -Quality Function Deployment (Kalite Fonksiyonları Yayılımı)
 VAHP -Voting Analytic Hierarchy Process (Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	ISO TS 16949:2002 Gelişim Süreci.....	14
Şekil 3.2.	Proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli.....	16
Şekil 3.3.	Müşteri İhtiyaçları Korelasyon Ölçek Değerleri.....	49
Şekil 3.4.	Müşteri İhtiyaçları Görelî Önem Ölçek Değerleri.....	50
Şekil 3.5.	Müşteri İhtiyaçları Görelî Önem Alternatif Ölçek Değerleri.....	50
Şekil 3.6.	Müşteri Rekabet Değerlendirmesi Ölçeği.....	50
Şekil 3.7.	NE ve NASIL İlişkilerini Belirleme Ölçeği.....	51
Şekil 3.8	Olasılık Faktörü Değerlendirme Ölçeği.....	52
Şekil 3.9	9 Aşamalı QFD Modeli.....	54
Şekil 3.10	Değerlendirme Kriterlerinin Hiyerarşik Yapısı.....	59
Şekil 3.11	Örnek Problem Kriterlerinin Hiyerarşik Yapısı.....	61
Şekil 3.12	Örnek Problemin Oylamalı AHP ile Elde Edilen Ağırlık Değerleri.....	63
Şekil 3.13	Seçme ve Değerlendirme Kriterlerinde Karmaşık İlişkiler.....	66
Şekil 3.14	Alt Kriterlerin Ana Kriterlere Etkisini Temsil Eden QFD Matrisi....	67
Şekil 3.15	Ana Kriterlerin Genel Performansa Etkisini Temsil Eden QFD Matrisi.....	67
Şekil 3.16	QFD'nin hiyerarşik yapısı.....	71
Şekil 3.17	Mühendislik Karakteristiklerinin İkili Karşılaştırmasında Kesin Ağırlık Sınırlarının Üç Durumu.....	76
Şekil 3.18	Örnek QFD Matrisi.....	78
Şekil 4.1.	Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Hiyerarşik Yapısında Kriterlerin Önem Katsayıları.....	113
Şekil 4.2.	Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Hiyerarşik Yapısında Alt Kriterlerin Ağırlıklı Önem Katsayıları.....	114
Şekil 4.3.	Tasarlanan Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Uygulama Adımları.....	116
Şekil 5.1	Geleneksel Değerlendirme Ölçeği.....	118
Şekil 5.2.	Geliştirilen Sistemin Değerlendirme Ölçeği.....	118

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. İkili Kıyaslamada Görelî Ağırlıklar.....	34
Çizelge 3.2. Bazı Özel Matris Türlerinin Özdeğerleri.....	36
Çizelge 3.3. AHP Yönteminde Kıyaslama Ölçeği.....	40
Çizelge 3.4. Geleneksel AHP ile Oylamalı AHP Yöntemlerinin Aşamaları.....	60
Çizelge 3.5. Oylamalı AHP Yönteminde Önceliklendirme Oylaması.....	61
Çizelge 3.6. Alt Hiyerarşi Seviyesindeki Kriterlerin Oylamalı AHP ile Önceliklendirilmesi.....	62
Çizelge 3.7. Mühendislik Karakteristiklerini Önceliklendirmede Çözüm Yöntemleri Kategorileri.....	70
Çizelge 3.8. Mühendislik Karakteristikleri Arasındaki İlişkilerin Lineer Kısmi Bilgisi.....	79
Çizelge 3.9. QFD Matrisindeki Her İlişkinin Değer Aralığı.....	80
Çizelge 4.1. Anket Sonucunda Alt Kriterlerin Ana Kriterlere Etkisini Gösteren Son QFD Matrisi.....	84
Çizelge 4.2. Anket Sonucunda Ana Kriterlerin Genel Performansa Etkisini Gösteren Son QFD Matrisi.....	85
Çizelge 4.3. Ana Kriterlerin Etkilerini Bulmada Kullanılacak Amaç Fonksiyonları.....	87
Çizelge 4.4. Ana Kriterlerin Genel Performansa Minimum ve Maksimum Etkileri.....	87
Çizelge 4.5. Her Alt Kriterin Her Ana Kriterine Minimum ve Maksimum Etkisi....	93
Çizelge 4.6. Alt Kriterlerin Tüm Ana Kriterlere Toplam Etkileri.....	111
Çizelge 4.7. Alt Kriterlerin Tüm Ana Kriterlere Normalize Edilmiş Ortalama Toplam Etkisi.....	113
Çizelge 4.8. Ana Kriterlerin Genel Performansa Normalize Edilmiş Ortalama Toplam Etkisi.....	114

1. GİRİŞ

Türkiye otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren işletmeler gün geçtikçe daha çok gelişmekte, dünya endüstrisinde daha çok yer bulmakta ve ürettikleri ürünlerin fonksiyonelliği ve karmaşıklığı artmaktadır. Bu, otomotiv endüstrisinde tedarikçi olarak faaliyet gösteren işletmelerin sayısındaki artışın en önemli sebebidir.

Fonksiyonel ürünler üreten işletmeler çoğunlukla montajını yapmakta oldukları bileşenleri yalın üretimi sağlamak ve maliyeti düşürmek için tedarikçilerinden temin ederler.

Otomotiv endüstrisinde kaliteli üretim en birincil koşullardan biridir. Üretimin ve hizmetin kalitesi iyi kurulmuş ve doğru uygulanan bir kalite güvence sistemi ile mümkün olur. Bir işletmenin kalite güvence sisteminin etkin çalışabilmesi ise ancak, kendisine bağlı tedarikçilerin de aynı disiplinle çalışmaları ile sağlanabilir.

Bu sebeple otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren firmaların günümüzde, bu endüstride kalite sisteminin temel şartı olarak kabul edilen ISO/TS 16949 teknik şartnamesinin gereklilikleri doğrultusunda tedarikçilerinin kalite güvence sistemlerini denetlemeleri gerekmektedir.

Bu çalışma ile hem otomotiv endüstrisinin en gündemdeki konularından biri olan ISO/TS 16949:2000 şartnamesi literatüre tanıtılmış; hem de endüstrinin ihtiyaçlarına uygun, mantığa dayalı, etkin ve mevcut sistemlerin bazı eksiklerini kapatabilecek bir tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

Geliştirilen sistem hem aday tedarikçiler arasından uygun olanı seçmede, hem tek bir tedarikçinin kalite güvence sistemini denetlemede, hem de bir işletmenin kendi kalite güvence sistemini denetlemesinde kullanıma uygun bir yapıda tasarlanmıştır.

2. KONU İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

IATF (International Automotive Task Force - Uluslar arası Otomotiv Görev Gücü) ve JAMA'nın (Japan Automobile Manufacturers Association - Japon Otomobil Üreticileri Birliği) ISO (International Organization for Standardization - Uluslar arası Standartlaştırma Organizasyonu) ile birlikte çalışması ile oluşturulan, Avrupa ve Amerika'daki tüm otomobil üreticisi firmaların kabul ettiği ve tedarikçilerinden ön şart olarak istediği ISO/TS 16949:2002 teknik spesifikasyonu ana otomobil üreticilerinin tüm beklentilerini karşılamak üzere, bir kalite güvence sisteminde bulunması gereken gerekleri kapsayan bir teknik şartnamedir.

Bir kalite güvence sisteminin etkinliği ancak bu kalite güvence sistemine girdi sağlayan tüm birim ve kuruluşların aynı bilinçle çalışması ile mümkün olur. Dolayısıyla otomotivde ISO/TS 16949:2002 gereklerini kendine hedef edinmiş bir işletme, ancak parça tedarik ettiği tedarikçilerinin de bu şartname gereklerini yerine getirmesi ile başarılı olabilir. Bu sebeple doğru tedarikçilerin seçilmesi, ve tedarikçilerin kalite güvence sistemlerinin sürekli takip edilmesi, denetlenmesi çok önemlidir ve ayrıca ISO/TS 16949:2002'nin bir gerekliliğidir.

Günümüzde, tüm dünya otomotiv endüstrisinde parça üretimi yapan işletmelerin sahip olması gereken, bununla ilgili çalışmalara yüklü yatırımların yapıldığı ve personelin istihdam edildiği ISO/TS 16949:2002 teknik şartnamesine literatürde pek az yer verilmektedir. Literatürde pek çok tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemine yer verilmişse de, bunu ISO/TS 16949:2002 gereklerine göre yapan bir çalışmaya bu araştırma kapsamında rastlanmamıştır. Yapılan çalışma ile bu konuda bir katkı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Otomotiv sektörü için etkin bir tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemi geliştirmenin ilk adımı, kalite güvence sistemine etki eden başarı kriterlerini belirlemektir. Bu çalışma, bu kriterleri ISO/TS 16949:2002'e uygun ve gerekli ayrıntıları içerebilmesi için hiyerarşik bir yapıda geliştirmiştir.

Bu hiyerarşik yapıda bulunan alt kriterler ile ana kriterler arasında karmaşık ve iç içe geçmiş ilişkiler bulunmaktadır. Yani bir kalite güvence

sistemine etkisi bulunduğu düşünölen bir alt kriter gerçekleştirildiği zaman bundan birden fazla performans ölçütü etkilenmektedir. Örneğin, periyodik tedarikçi denetimlerinin yapılması, işletmenin hem kalite performansını, hem maliyet performansını, hem sevkiyat performansını, hem yönetim performansını, hem sürekli iyileştirme performansını, hem de tedarikçi ilişkileri performansını etkileyebilir. Bu etkilerin hepsi mevcut olsa dahi, tüm etkilerin aynı ölçüde olduğunu söylemek mümkün değildir. Yani tedarikçi denetimlerinin yapılması tedarikçi ilişkileri performansını büyük ölçüde etkilerken, sevkiyat performansına etkisi düşük olabilir.

Bu yaklaşımla çalışmada, genel performansı etkileyen her bir alt kriter ve kritere bu karmaşık ilişkilerin önem veya etki derecelerini temsil eden ağırlıklar atanmıştır.

Kriter ve alt kriterler arasındaki hiyerarşik ilişkileri tanımlarken Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılmış; ve bu yöntem yukarıda bahsedilen karmaşık ilişkilerin de hiyerarşik yapıda temsil edilebilmesi için, ağırlıkları hesaplararken QFD (quality function deployment-kalite fonksiyonları yayılımı) disiplininin kullanılması ile geliştirilmiştir. QFD alışması 15 adet ISO/TS 16949:2002 denetçisinin katılımıyla bir grup çalışması yoluyla gerçekleştirilmiştir.

Sonuçta elde edilen sistem, hem tedarikçi seçiminde, hem mevcut tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılabileceği gibi, bir işletmenin kendi kalite güvence sistemini denetlemesinde de kullanıma uygun ve uygulamaya hazırdır.

2.1. Literatürde Yer Alan Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme alışmaları

Gelişen endüstrilerde işletmeler maliyetleri düşürmek adına tedarik edilen parça sayılarını artırdıkça tedarikçi performansının üretici işletmenin performansına etkisi artmaktadır. İyi bir tedarikçi performansı doğru tedarikçinin seçimi ve seçilen tedarikçi performansının uygun metotlarla değerlendirilerek izlenmesi ile mümkündür.

Literatürde bu konu ile ilgili yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Çalışmalarda önerilen yöntemlerden bazıları hem tedarikçi seçimi hem de değerlendirilmesinde kullanıma uygunken, bazıları da sadece tedarikçi seçme veya değerlendirmede kullanım için geliştirilmiştir.

Akınc (1993), büyüyen rekabet ortamında her geçen gün daha da popülerlik kazanan tam zamanında üretim uygulamalarının ancak az sayıda, güvenilir ve yüksek kaliteli tedarikçilerin seçilmesi ve çalışılması ile mümkün olacağını savunmaktadır. Pek çok çalışmada tam zamanında satın alma faaliyetlerinin etkinliği için tedarikçi sayısının azaltılması önerilmektedir. Satın alınan parça sayısı az olduğu zaman tedarikçi sayısını düşürmek mümkün olsa da, bu sayı arttığında tedarikçileri seçmek ve seçilenleri parçalarla eşleştirmek oldukça zor bir karardır. Bu çalışmada yıllık malzeme maliyetinin minimizasyonunu, tedarikçi sayısının azaltılmasını ve sevkiyat ile kalite performansları yüksek olan tedarikçilerin sayısının artırılmasını amaçlayan bir tedarikçi seçme yaklaşımı geliştirilmiştir. Sistem tedarik edilen parçalar ve tüm potansiyel tedarikçileri içeren bir veri tabanı ile işlemektedir; buna göre belli kalite ve sevkiyat performansı standartlarına göre çeşitli senaryolar tanımlanmakta ve analiz edilmektedir. Bu senaryolarla, malzeme maliyeti ve tedarikçi sayısı arasındaki ilişkiyi incelemek için pek çok model kullanılmaktadır. Bir model maliyeti minimize eden tedarikçi kümesini bulmak için kullanılırken, ikinci bir model tüm malzemeleri istenen minimum kalite ve sevkiyat parametrelerinde tedarik edebilen en küçük tedarikçi kümesini bulmada kullanılmaktadır. Bu iki çözüm kıyaslama olarak kullanılıp, üçüncü bir model bu iki çözüm arasındaki kıyaslamayı yapmada kullanılmaktadır.

Roodhooft ve Konings (1996), çalışmalarında faaliyet bazlı maliyetlendirme yaklaşımı ile tedarikçi seçme ve değerlendirme yaklaşımı önermektedirler. Sistem bir işletmenin üretim prosesinde bir tedarikçiden kaynaklanan toplam maliyetin hesaplanmasına olanak sağlamaktadır.

Fun ve Hung (1997), önerdikleri yeni tedarikçi performansı ölçüm yönteminde nitel kriterler için tek yönlü düşünce yaklaşımı yerine iki yönlü düşünce yaklaşımını kullanmakta ve sonuçta tek bir puan hesaplamaktadırlar. İnsanların karar vermedeki körlüklerini telafi etmek için bir bulanık metod

geliştirmişlerdir. Daha sonra nitel ve nicel kriterler için tüm puanlar ağırlıklı ortalamaların sezgisel toplamı şeklinde kombine edilmiştir.

Boer ve ark. (1998), tedarikçi seçiminin işletmeler için stratejik bir karar olduğunu savunarak, bu çalışmada tedarikçi seçiminde sıralama yöntemlerini kullanmanın doğru bir seçim olacağını savunmaktadırlar. Literatürdeki sıralama yöntemlerinin özelliklerine de yer verilen bu çalışmada, ELECTRE I sıralama yöntemi hem nitel hem de nicel kriterleri kullanabilen sayısal bir karar verme aracı olarak önerilmektedir. Bu metodun avantajı, herhangi bir kriterin aldığı çok düşük puanın, başka bir kriterin aldığı çok yüksek puan tarafından telafi edilememesi ve kesinliği olmayan durumlarda kullanıma uygun olmasıdır. ELECTRE I'in daha da geliştirilmesiyle oluşturulan ELECTRE III sıralama yöntemi, herhangi bir kriter açısından performansları birbirine çok yakın olan adaylar arasından sağlıklı seçim yapabilmek için çeşitli eşik değerlerini kullanmaktadır. Bu yöntemin dezavantajı ise eşik değerlerinin kullanılabilmesi için nitel kriterlerin de sayısal olarak ifade edilme zorunluluğudur. Sonuç olarak ELECTRE I kesinliği olmayan durumlarda karar vermeye uygun bir sıralama yöntemi iken, ELECTRE III böyle bir durumda daha da ustaca bir sıralama yapabilmektedir. Boer ve ark. (1998), ELECTRE I yönteminin büyük bir tedarikçi adayı grubu arasından iyilerini elemek için; ELECTRE III yönteminin ise elenen bu daha az sayıdaki iyi performanslı tedarikçilerin sıralamasını yapmak için kullanılmasını önermektedirler.

Liu ve ark. (2000), çok kriterli sistemleri değerlendirmede kullanışlı olduğu ve bu sistemler için geliştirme hedefleri sağladığı için sıklıkla çok çeşitli karar verme problemlerinde kullanılan veri zarflama analizini (data envelopment analysis-DEA) bu çalışmada yine çok kriterli bir karar verme problemi olan tanımlanmış bir ürün için tedarikçileri değerlendirme probleminde kullanmışlardır. Bu çalışmada DEA yönteminin bir üretim işletmesindeki tedarikçilerin genel performansını değerlendirmede kullanılması önerilmektedir. Çalışmada ilk olarak tedarikçi sayısını düşürmenin mümkün olduğu koşulda tedarikçilerin genel performansını değerlendirerek seçim yapmak için basitleştirilmiş bir DEA modeli tanıtılmış ve model örnek bir uygulama ile açıklanmıştır.

Boer ve ark. (2001) tarafından yapılan literatür araştırması hem mevcut tedarikçi seçme yöntemlerini incelemekte hem de henüz kullanılmamış potansiyel yöntemlere ışık tutmaktadır. Tedarikçi seçimi aşamasından önceki aşamalar (problem tanımlama, kriter formülasyonu ve nitelikler) literatürde çok yer bulmamakla birlikte Boer ve ark. (2001) iyi bir tedarikçi seçimi için önceki aşamaların etkisinin büyük olduğunu savunmakta ve bu konuda yapılacak olan çalışmaları faydalı bulmaktadırlar. Bununla birlikte literatürde tedarikçi seçimi genellikle üretim işletmeleri için geliştirildiğinden, hizmet işletmeleri veya devletin satın alma faaliyetleri için de tedarikçi seçim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Geliştirilen yöntemler tüm mümkün satın alma durumları için uygulamaya uygun olmayıp, genellikle belli bir endüstri veya belli tipteki bir ürün için geliştirilmiştir. Dolayısıyla daha genel ve durumlara göre uyarlanabilen karakteristikleri içeren bir seçme sistemi geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Talluri ve Sarkis (2002), tedarikçi değerlendirmede maliyet faktörü geleneksel olarak en önemli faktör olarak düşünülse de araştırmacıların bu değerlendirmenin kalite, sevkiyat ve esneklik gibi başka faktörleri de içermesi konusunda hemfikir olduklarını savunarak, bu araştırmada ilk olarak tedarikçi performansını değerlendirmek için pek çok performans kriterini göz önüne alan yeni bir “çok kriter değerlendirme modeli” uygulamaktadırlar. İkinci olarak etkin müşteri-tedarikçi ilişkilerini sağlamak için sürekli proses iyileştirmeyi destekleyen bir uygulama yapılmıştır.

Chen ve Yang (2003), tedarikçiler ve operasyonlar için maliyet etkinliği bazlı bir performans değerlendirme sistemi önermektedirler. Amaç satın alınan malzemelerin maliyetini azaltmaktan temellenen “karlılık artırma” ortak hedefi doğrultusunda tedarikçi ve üretici yeterliliklerini entegre etmek için bir metod önermektedir. Tedarikçi kalite performansını toplam kalite maliyetini kullanarak hesaplamının önemi şunlardan kaynaklanır: ortak ölçüm dili-para, yönetime ve işçilere “işleri ilk seferde doğru yapma”nın önemini anlamaya yardımcı olmak için direkt ve indirekt kayıp oranlarına ilişkin çok basit ve şeffaf sayılar. Önceden belirlenen bir maliyet yapısı ile bir toplam kalite maliyeti ve hedeflerle yönetim prensibi geliştirilmiş ve tedarikçi performansı değerlendirme sistemini planlamada ve kurmada kullanılmıştır.

Dulmin ve Mininno (2003), tedarikçi seçimi kararının finansal önemi ve çok amaçlı yapısını göz önünde bulundurarak çalışmalarında performans kriterlerinin önem derecelerindeki sürekli değişimi göz önünde bulundurabilen bir "çok kriterli karar verme yöntemi" önermişlerdir. Modelin uygulaması İtalya'da orta ölçekli bir ulaştırma işletmesinde yapılmıştır.

Chan (2003) literatürde sıkça kullanılan maliyet ve kalite kriterlerine ek olarak beş performans ölçümü tanımlamıştır: kaynak kullanımı, esneklik, şeffaflık, güven ve yenilikçilik. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), çok değişkenli karar verme tekniği olarak performans ölçümlerine göre karar vermede kullanılmıştır. Böylelikle çalışmada farklı performans ölçümlerinin önemini tanımlamaya yardımcı olan ikili kıyaslamalara yer verilmiştir. Elektronik endüstrisinden bir örnekle yöntem açıklanmıştır.

Wang ve ark. (2004), önceki çalışmaların üretimin beklentilerini göz önüne almadığını savunarak tedarikçi seçimi yaparken üretilen ürün ve özellikle ürün karakteristikleri ile ürün yaşam çevriminin göz önünde bulundurulması gerektiğini ve karar verme prosesinde kapsamlı bir performans faktör kümesinin kullanılması gerektiğini savunmaktadır. Bu çalışmada ürün karakteristikleri ile tedarik zinciri stratejisi ilişkilendirilmiş ve tedarikçi seçimi için hem nitel hem de nicel faktörleri göz önüne alan entegre edilmiş analitik hiyerarşi prosesi ile önleyici hedef programlama tabanlı çok kriterli bir karar verme yöntemi geliştirilmiştir. AHP prosesi nitel olarak ürün karakteristikleri ile tedarikçi karakteristiklerini eşleştirirken, hedef programlama matematiksel olarak seçilen tedarikçilerin optimal sıralamasını belirler. Jain ve ark. (2004) bir tedarik zincirinde birbirine büyük oranda bağlı pek çok varlık bulunduğunu ve amacın tedarik ağının performansını, sevkiyat performansını, kalite performansını, maliyet minimizasyonunu vb. göz önünde bulundurarak artırmak olduğunu öne sürerek çalışmalarında tedarikçi performansını tayin ederken tedarikçilere ve üretim birimlerine ait nitel karakteristikleri değerlendirebilen bulanık bir sistem önermektedir. Önerilen sistem literatürde mevcut olan çok sayıda tedarikçi değerlendirme problemi için iyi performans verecek bir yöntem olarak sunulmaktadır.

Ohdar ve Ray (2004) pek çok kriter için tedarikçileri nitel olarak değerlendirmek mümkün olduğundan çalışmalarında tedarikçi performansını bir evrimsel bulanık sistemle değerlendiren bir yaklaşım önermektedirler. Önerilen sistemin anahtar adımlarından biri bulanık kuralların tanımlanmasıdır. Optimum bulanık kural kümesini oluşturmak için genetik algoritma tabanlı bir metod geliştirilmiş ve tedarikçi performansını değerlendirmek için MATLAB bulanık mantık araçlarından bir bulanık sonuç çıkarma sistemi kullanılmıştır. Bir süreçten alınan verilerle tanımlanan sistem, tedarikçi performans puanını belirlemede kabul edilebilir sonuçlar vermektedir.

Pi ve Low (2005) kalite, zamanında sevkiyat, fiyat ve hizmet kriterlerini göz önüne alarak tedarikçinin kalite açısından sebep olduğu kaybı Taguchi kayıp fonksiyonunu kullanarak hesaplamakta ve daha sonra bu kalite kayıplarını AHP yöntemiyle karar vermede bir değişkene dönüştürmektedirler. Her bir tedarikçinin her bir kriterdeki performansı kayıp fonksiyonuna dönüştürülmektedir. Yöntem hem tedarikçi seçimi hem de değerlendirilmesinde kullanıma uygundur. Pin ve Low (2005), bu yöntemi sektörde uygulamak isteyen işletmelere gerçekçi sonuçlar elde edebilmeleri için rekabet önceliklerini, hedef ve vizyonlarını tam olarak temsil eden performans faktörlerini seçmelerini tavsiye etmişlerdir.

Lasch ve Janker (2005), tedarikçi seçimindeki ihtiyaçlara uygun ve tedarikçi yönetimindeki pek çok faaliyete katkıda bulunan yeni bir tedarikçi puanlama sistemi tasarlamışlardır. 193 işletmede tedarikçi puanlama sistemleri üzerine yapılan araştırmalarında, tedarikçi puanlama için kullanılan mevcut yöntemlerin pratikteki ihtiyaçları karşılamadığını göstermişlerdir. Bu çalışmalarında mevcut veya aday tedarikçilerin yönetimi için bir çok değişkenli analiz yöntemi önermektedirler. İdeal olarak tanımlanmış bir tedarikçi profili referans alınarak çok değişkenli analiz metotları ile ideal tedarikçi tüm tedarikçilerle kıyaslanmakta ve bir sınıflama ve sıralama sonucu ortaya çıkmaktadır. Yöntem, tedarikçilerin ön değerlendirilmesi, seçilmesi ve kontrolü için kullanıma uygundur. Lasch ve Janker (2005), bu yöntemin tekrarlı şekilde uygulanmasıyla gerçek pazar koşullarına göre tedarikçilerin dinamik olarak izlenmesini garanti etmektedirler.

Hong ve ark. (2005) tedarikçilerle sürekli bir çalışma ortamı sağlamak için etkin bir tedarikçi seçme yöntemi önermektedirler. İşletmeler arasındaki global rekabet artarken maliyetlerin dramatik şekilde yükseldiği ve karın düştüğü, rekabette daha güçlü olabilmek için pek çok fonksiyonun global olarak dışarıdan tedarik edildiği güncel iş ortamında kullanıma uygun bir yöntem sunmaktadırlar. Tedarikçilerin tedarik etme kabiliyetlerinde ve belli bir zaman sürecindeki müşteri ihtiyaçlarındaki değişiklikleri de göz önüne alabilen bir matematiksel programlama modeli geliştirilmiş ve yöntemin Kore'deki tarım endüstrisinde uygulaması yapılmıştır. Çalışmada tanımlanan üç problem ve çözümleri için de birer metod önerilmiştir. Problemler tedarikçilerin müşteri ihtiyaçlarını karşılama açısından yeterlilik koşullarındaki değişimler, önemli kriterleri tanımlamak ve problemin karmaşıklığını azaltmak için bunları adım adım kullanmak, uzun dönemli faydayı maksimize etmek için tedarikçileri seçmektir. Yöntem hazırlık, ön değerlendirme ve son seçim olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Hazırlık aşamasında toplanan veriler her 10 gün veya tanımlanan bir periyot için özetlenmekte; ön değerlendirme aşamasında toplam analiz periyodu pek çok anlamlı zaman dilimine bölünmekte ve müşteri ihtiyaçları zaman dilimlerine göre tanımlanmakta; son seçim aşamasında ise işletmenin karını maksimize eden ve tedarik riskini minimize eden optimal tedarikçi kümesi seçilmektedir.

Chen ve ark. (2006) genellikle karmaşık olan tedarikçi seçme problemine bir bulanık karar verme yaklaşımı ile çözüm önermektedirler. Kesin olmayan veriye sahip olunan koşullarda kalite, fiyat, esneklik, sevkiyat performansı gibi faktörlerin ağırlıklandırılması ve derecelendirilmesi için bir bulanık küme teorisi önermektedirler. Yöntem, performans değişkenlerinin sayısal olarak ifade edilemediği, seçimde önsezi ve subjektif tahminlerin öne çıktığı durum için geliştirilmiştir. Yöntemle hem değerlendirilen tedarikçinin diğer tedarikçilere göre kıyaslandığında sıralamadaki yeri, hem de tedarikçinin değerlendirme statüsü belirlenebilmektedir. Bulanık ortamda tedarikçi seçimi için geliştirilen bu sistematik yapı kolaylıkla başka karar verme problemlerinin analizinde kullanıma uygundur.

Kumar ve ark. (2006) çalışmalarında tedarikçi seçimi problemine satın alma sorumlularının taleplerini karşılamak, tedarikçilerin kapasitesi,

tedarikçilerin esnekliği gibi gerçekçi kısıtlarla maliyet minimizasyonu, kalite maksimizasyonu ve tam zamanında sevkiyat sayısının maksimizasyonu olarak tanımlanan üç önemli hedefi olan bir “bulanık çok amaçlı tam sayılı programlama” ile çözüm geliştirmişlerdir. Yöntem tedarikçi seçimi problemine tedarik zinciri modellemedeki karar verme parametrelerinin farklı bulanıklık seviyeleri için bir karar verme aracı sunmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde ilk olarak materyal kısmında, bu çalışmaya temel oluşturan kavramlarla ilgili bilgilere yer verilecek, ardından çalışmaya temel oluşturan yöntemlerin ve yaratılan tedarikçi değerlendirme sisteminin açıklanması yapılacaktır.

3.1. Materyal

Aşağıda ilk olarak ISO/TS 16949:2002 teknik şartnamesinin ve otomotiv endüstrisinde temel kabul edilen bir takım kalite araçlarının tanımlarına değinilecek; bölümün son kısımlarında ise, çalışmada kullanılan temel yöntemlerin tanımlamaları yapılacaktır.

3.1.1. Teknik Şartnamelerin (Spesifikasyonların) Oluşturulması

ISO (Uluslar arası Standartlaştırma Organizasyonu) ulusal standartların dünya çapındaki federasyonudur. Uluslar arası standartları hazırlama işi ISO teknik komiteleri tarafından yürütülür.

Hükümetlere bağlı olan veya olmayan uluslar arası organizasyonlar da ISO ile irtibat halinde kalarak çalışmalara katılır.

Belli uzmanlık alanlarına göre çeşitli teknik komiteler oluşturulmuştur ve bu teknik komitelerin temel işi uluslararası standartlar hazırlamaktır. Teknik komitelerce hazırlanan taslak halindeki uluslar arası standartlar oylama için üyelere sunulur. Bir taslağın Uluslararası Standart halini alabilmesi için oylamaya katılanların %75' inin pozitif oy kullanması gerekir.

%75 oyun alınmadığı durumlarda, eğer pazarda böyle bir dökümana acil ihtiyaç var ise, teknik komite başka tipte bir kurallı döküman yayınlamaya karar verebilir:

- Bir ISO Kullanılabilir Spesifikasyonu (**ISO/PAS**:ISO Publicly Available Specification) bir ISO çalışma grubundaki teknik uzmanlar arasındaki

uzlaşmayı temsil eder ve %50 oyu geçtiği durumda yayınlanması kabul edilir.

- Bir ISO Teknik Spesifikasyonu (**ISO/TS**: ISO Technical Specification) bir teknik komitenin üyeleri arasındaki uzlaşmayı temsil eder ve oylamaya katılanların 2/3'ü tarafından kabul edildiği durumda yayınlanır.

Bir ISO/PAS veya ISO/TS 3 sene sonunda; takip eden 3 sene için uluslar arası standart olarak revize edilebilirliğini değerlendirmek veya gerekirse iptal etmek için tekrar gözden geçirilir. ISO/PAS ve ISO/TS onaylanırsa 6 sene sonra tekrar Uluslar arası Standart yapmak veya iptal etmek için gözden geçirilir (Anonim 2002).

3.1.2. ISO/TS 16949:2002 Teknik Şartnamesinin Doğuşu

ISO/TS 16949:2002 IATF (International Automotive Task Force - Uluslararası Otomotiv Görev Gücü) ve JAMA (Japan Automobile Manufacturers Association - Japon Otomobil Üreticileri Birliği) tarafından ISO/TC 176'nın (kalite yönetimi ve kalite güvencesi) desteği ile hazırlanmıştır.

IATF, uluslar arası bir araç üreticileri grubudur ve aşağıdaki üretici firmalar ile ulusal ticaret birliklerinin katılımıyla oluşmuştur:

- İtalya: FIAT CAR ve ANFIA ulusal ticaret birliği
- Fransa: PSA, RENAULT ve FIEV ulusal ticaret birliği
- Almanya: BMW, DAIMLER BENZ, VW ve VDA ulusal ticaret birliği
- ABD: CHRYSLER, FORD, GM ve AIAG ulusal ticaret birliği
- İngiltere: SMMT ulusal ticaret birliği

JAMA'nın ISO/TS 16949:2002'nin geliştirilmesinde rol üstlenmesi, Japon araç üreticilerinin gelecekte IATF'ye katılımının yolunu açmıştır.¹

Ulusal otomotiv birliklerinin otomobil üretici firmaları ile birlikte IATF'ye katılımı, otomotiv üreticileri ile tedarikçiler arasındaki ortak hedeflerin birbiriyle

¹ http://www.dnv.com.tr/sertifikasyon/yonetim_sistemi/kalite_yonetimi/Otomotiv!index.asp,
<http://www.bsi-turkey.com/Otomotiv/ISOTS16949/TSQveA.xalter>

tutarlı olması ve paylaşılması gerektiği fikrinin kabul edilmesine yol açmıştır. Buradaki amaç:

- ortak sertifikalandırma planlı yeni bir döküman gerçekleştirmek ve
- böylece, hem Avrupalı hem de Amerikalı müşterilerin tüm taleplerinin, üçüncü bir tarafça sertifikalandırılabilir tek bir sistemin adapte edilmesi suretiyle karşılanmasını sağlamaktır.²

ISO/TS 16949:2002 teknik şartnamesi, ISO 9001:2000'in otomotiv endüstrisinde seri üretim ve yedek parça üretimine yönelik olarak uygulanmasına ilişkin özel şartname hedefidir ve ISO 9001:2000 standardına, otomotiv endüstrisinin özel ihtiyaç ve gerekliliklerini içeren spesifik maddelerin eklenmesiyle oluşturulmuştur.

Teknik şartnamenin hedefi, tedarik zincirinde sürekli olarak iyileştirme sağlamak, kusur ve noksanları önlemek ve ürün iadelerini azaltmak olan bir kalite yönetim sistemi oluşturmak ve geliştirmektir.

ISO TS 16949:02'nin ISO 9001:2000'e ek olarak içerdiği sektöre özgü şartlar, işçilerin eğitimine ve duyarlı hale getirilmesine, ilgili hizmetlerin planlanmasına, geliştirilmesine, üretimine ve tedarikine, ölçüm cihazlarının kontrol ve tahlil edilmesine ve iyileştirilmesine yöneliktir.³

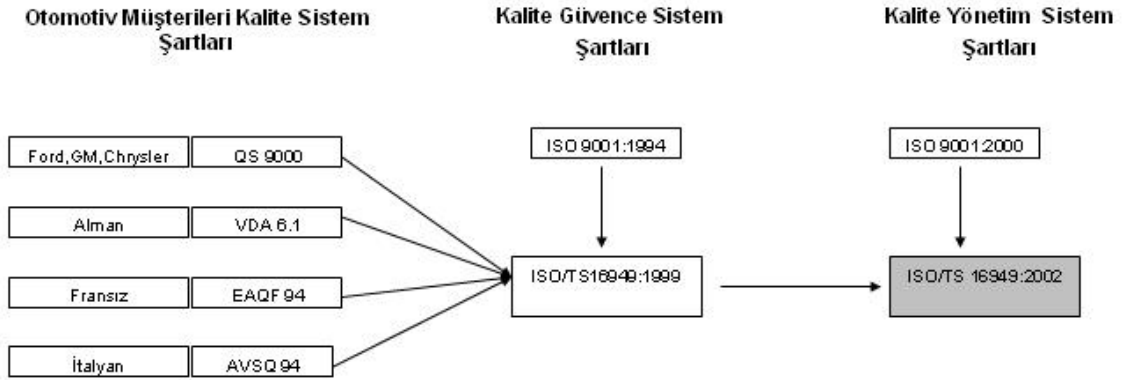
ISO TS 16949:2002, mevcut Amerikan (QS 9000), Alman (VDA 6.1), Fransız (EAQF) ve İtalyan (AVSQ) otomotiv kalite sistem standartlarını, global otomotiv endüstrisi kapsamında düzene sokan bir ISO teknik şartnamesidir.⁴Bu haliyle, birden fazla standardın gerekliliklerini bir araya getirir, optimize eder ve tedarikçi firmaların kalite güvence sistemleri için iyi tanımlanmış bir hedef oluşturmalarını sağlar. Birden fazla ana üretici firmaya üretim yapan tedarikçi firmalar, iyi tanımlanmış tek bir standardın gerekliliklerine uyarak hem iyi bir kalite güvence sistemini kurarlar hem de müşteri beklentilerine uyum sağlarlar. ISO/TS 16949:2002, müşteri beklentilerindeki değişikliklerin ISO/TS 16949:2002 gerekliliklerine uyumu engellememesi için, başta müşteri özel isteklerine uyumu şart koşmuştur. Yani ISO/TS 16949:02'ye tam uyum için,

² http://www.dnv.com.tr/sertifikasyon/yonetim_sistemi/kalite_yonetimi/Otomotiv/index.asp

³ http://www.dnv.com.tr/sertifikasyon/yonetim_sistemi/kalite_yonetimi/Otomotiv/index.asp

⁴ <http://www.bsi-turkey.com/Otomotiv/ISOTS16949/TSQveA.xalter>

şartnamenin maddelerini uygulamak ve var ise müşteri özel isteklerini gerçekleştirmek gerekmektedir. ISO / TS 16949 :2002 şartnamesinin gelişim süreci Şekil 3.1.'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.1. ISO TS 16949:2002 Gelişim Süreci⁵

Farklı standartların gerekliliklerinin ISO/TS 16949:2002 altında toplanmasının yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Birçok gereksiz 3. taraf kayıtlarından kurtulma ve böylece ticari faaliyetlerin zenginleştirilmesini sağlayan diğer kalite faaliyetleri ve geliştirme imkanları için gerekli zaman ve yan sanayi kaynaklarının elde edilmesi.
- Tekrarlanan 2. taraf denetimlerinde azalma ve böylece zamandan tasarruf.
- Geliştirme ve tutarlılık için tedarik zincirinde genel bir kalite sistemi yaklaşımı, ve böylece işletmelerde tedarik zinciri dahilinde birlikte daha etkin çalışma imkanının sağlanması.
- Kalite gerekliliklerinin daha iyi bir şekilde anlaşılmasını geliştiren, sistemin uygulanmasını ve devam ettirilmesini kolay hale getiren ortak bir dil.

ISO/TS 16949:2002'nin kendisine baz aldığı ISO 9001:2000, bir süreç yaklaşımının kullanımını teşvik etmektedir. Standardın kullanımı ve uygulamasıyla kuruluş dahilindeki süreçlerin birbirleri arasındaki ilişkinin

⁵ <http://bursa.mmo.org.tr/iso16949.ppt>

anlaşılması, daha gelişmiş ürünün elde edilmesini ve süreç kalitesinin artmasını sağlayabilir.

ISO/TS 16949:2002 belgelendirmesi, IATF tarafından kabul gören ve atanan belgelendirme kurumları tarafından yapılır. ISO/TS 16949:2002 sertifikalarının üzerinde de IATF logosu bulunmaktadır.⁶

ISO/TS 16949:2002, tüm otomotiv tedarik zincirine uygulanabilir fakat destek fonksiyonları, ister tesis içinde veya dışında (örneğin tasarım merkezleri, şirket merkezleri ve dağıtım merkezleri gibi) olsun, tesisi desteklediği için tetkiklerin bir parçasını oluşturur fakat kendi başına bir belgeye sahip olamaz. (Anonim 2005)

ISO/TS 16949'un 2002 yılında yayınlanan ikinci versiyonu ilk versiyonunu (ISO/TS 16949:1999) iptal etmiş ve onunla yer değiştirmiştir.

3.1.3. ISO/TS 16949:2002 Teknik Şartnamesinin Maddelerinin Tanıtılması

ISO TS 16949:2002 teknik şartnamesi ISO 9001:2000'in geliştirilmesiyle oluşturulmuştur. Dolayısıyla maddeleri, ISO 9001:2000 uluslar arası standardının maddelerini kapsamaktadır ve üzerine ilaveler yapılmıştır.⁷

3.1.3.1. Proses Yaklaşımı

Proses, girdileri çıktılara dönüştüren birbiriyle ilgili veya etkileşimli faaliyetler takımıdır. Proses yaklaşımı ise proses sisteminin uygulanması, bu proseslerin tanımlanması, etkileşimleri ve yönetilmesidir.⁸

ISO/TS 16949:2002, müşteri şartlarını karşılamak sureti ile müşteri memnuniyetini artırmak için kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi uygulanması ve etkinliğinin iyileştirilmesinde proses yaklaşımının benimsenmesini teşvik eder.

Genellikle, bir prosesin çıktısı, bir sonrakine doğrudan girdi oluşturur.

⁶ <http://www.bsi-turkey.com/Otomotiv/ISOTS16949/TSQveA.xalter>

⁷ Bu bölümde verilen açıklamalar, Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) yapmış olduğu teknik şartname çevirisinin birebir aynısı olmayıp, TSE'nin Ekim 2005'te güncellenen çevirisinden faydalanılarak yapılmıştır.

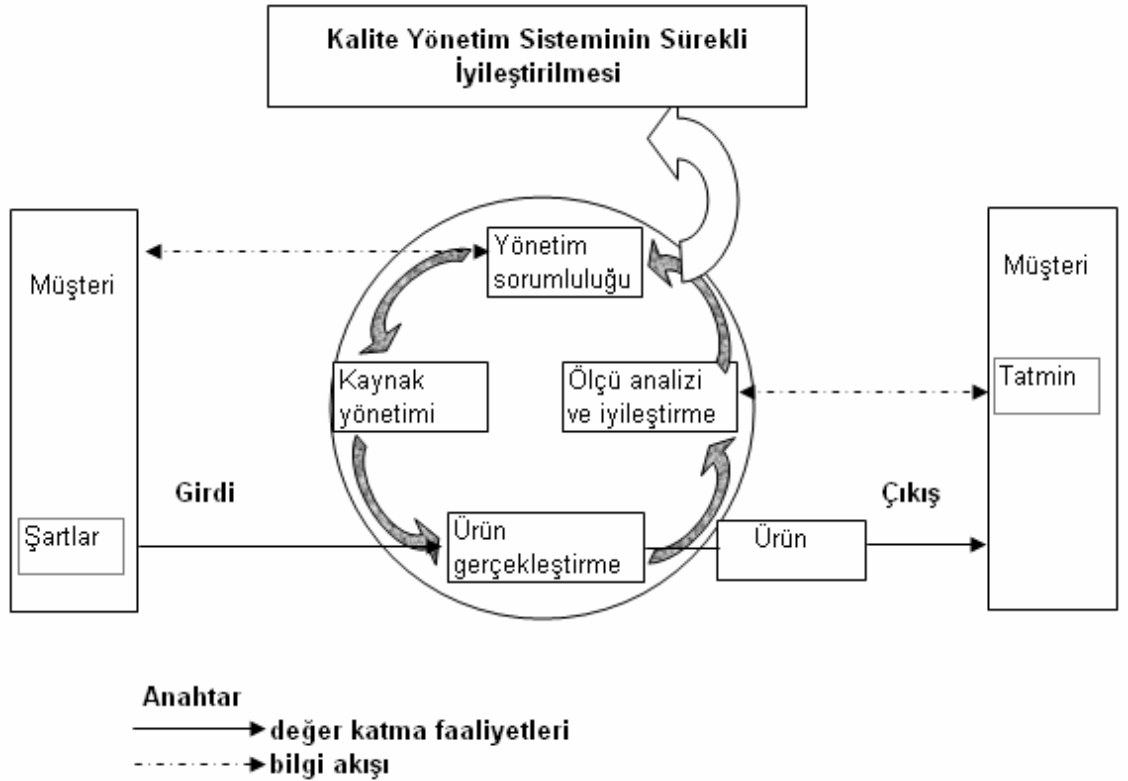
⁸ <http://bursa.mmo.org.tr/iso16949.ppt>

Proses yaklaşımının avantajı, proseslerin oluşturduğu hem prosesler sistemi dahilindeki bireysel prosesler arası bağlantı ve hem de bunların bileşimi ve etkileşimleri üzerinde sürekli bir kontrol sağlamasıdır. Böyle bir yaklaşım, kalite yönetim sisteminde kullanıldığında;

- Şartların anlaşılmasının ve yerine getirilmesinin,
- Proseslerin değer katma açısından dikkate alma gereksiniminin,
- Proses performans ve etkinliğinin sonuçlarının elde edilmesinin ve,
- Objektif ölçüme dayanan proseslerin sürekli iyileştirilmesinin önemini vurgular.

Şekil 3.2’de gösterilen proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli proses bağlantılarını gösterir. Şekil 3.2’de gösterilen model, standardın tüm şartlarını kapsar, ancak bu prosesleri detaylı seviyede göstermez.

Ek olarak, “Plânla-Uygula - Kontrol et - Önlem al” olarak bilinen (PUKÖ) metodolojisi, bütün proseslere uygulanabilir.



Şekil 3.2 - Proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli
 (Kaynak: Anonim, 2004)

Tedarikçi → Kuruluş → Müşteri

”Kuruluş” terimi ISO 9000:1994 baskısındaki, “tedarikçi” terimi yerine geçer ve bu standardın uygulandığı birimi gösterir. Aynı şekilde “tedarikçi” terimi ise “taşeron ” terimi yerine geçer. Bu standardın bütün metninde her nerede “ürün” terimi yer alıyorsa bu “ürün” terimi aynı zamanda “hizmet” anlamını da taşıyabilir.

3.1.3.2. ISO/TS 16949:2002 Kalite Yönetim Sistemi Genel Şartları

Kuruluş, ISO/TS 16949:2002'nin öngördüğü şartlara uygun olarak bir kalite yönetim sistemi oluşturmalı, dökümanete etmeli, uygulamalı, sürekliliğini sağlamalı ve bunun etkinliğini sürekli iyileştirmelidir.

Bunun için kuruluşun yapması gereken süreç yaklaşımının ilk adımı olarak, proseslerini ve bunların uygulamalarını, sıralarını ve birbirleri ile etkileşimlerini, yürütme ve kontrolünde kullanılacak metotları, gerekli kaynakları belirlemek ve hazır bulundurmamak, planlanan uygulamaları gerçekleştirmek ve prosesleri izlemek, ölçmek, analiz etmektir.

Kuruluş, ürünün şartlara uygunluğunu etkileyecek herhangi bir prosesi dış kaynaklı hale getirirse, bu prosesin kontrolünden de sorumludur ve bu kontrolü kalite yönetim sistemi içinde tanımlamış olmalıdır (Anonim 2005).

ISO/TS 16949:2002 Dökümantasyon Şartları: Kalite yönetim sistemi dökümantasyonu, kalite politikası ve kalite hedeflerinin, ISO/TS 16949:2002'de öngörülen prosedürlerin, tanımlanmış proseslerin planlanması, uygulanması ve kontrolü için gerekli faaliyetlerin dökümanete edilmesi ve kalite el kitabının oluşturulmasıyla meydana gelir ve ISO/TS 16949:2002'de öngörülen kayıtları içerir.

Bu standarda “dökümanete edilmiş prosedür” ifadesi görüldüğü yerlerde, bu prosedürün oluşturulmuş, dökümanete edilmiş, uygulanmış ve sürekliliğinin sağlanmış olduğu anlaşılır.

Dökümantasyon herhangi bir ortam veya yapıda olabilir ve kuruluştan kuruluşa büyüklük ve yapılan faaliyetler, proseslerin yapısı, karmaşıklığı ve etkileşimleri, kuruluştaki personelin yeterliliği sebebiyle farklılık gösterebilir.

Kuruluş, kalite yönetim sisteminin kapsamını, bu sistemde kullanılan prosedürleri veya atıflarını, kuruluştaki proseslerin ilişkilerini içeren bir kalite el kitabı oluşturmalı ve sürekliliğini sağlamalıdır

Kalite yönetim sistemi tarafından gerekli görülen dökümanlar kontrol edilmelidir.

Dökümanların yönetimi konusunda ihtiyaç duyulan kontrolleri tanımlamak için dökümante edilmiş bir prosedür oluşturulmalıdır. (örn; yayından önce onaylama, gözden geçirme ve güncelleştirme, değişiklikler ve revizyon durumunu belirleme, kullanım noktalarına dağıtım, tanımlama ve arşivleme, dış kaynaklı dökümanların dağıtımı, vb.)

Mühendislik standartları ve şartnameleri ve bunlarla ilgili değişiklikler zamanında gözden geçirilmeli ve dağıtımı yapılmalı, bu süre müşteri beklentileriyle uyumlu olmalı; bu faaliyetler için bir proses tanımlı olmalıdır. Gözden geçirmenin iki iş haftasını geçmemesi tavsiye edilir. Herhangi bir değişiklik uygulamaya alındığı takdirde, ilgili kayıtların da muhafaza edilmesi ve değişikliğin parça onay prosesi dökümanlarını etkilemesi durumunda müşterinin üretim parçası onayının güncellenmesi gerekir (Anonim 2005).

Kayıtlar, kalite yönetim sisteminin şartlara uygunluğunun ve etkin olarak uygulandığının kanıtlanması için oluşturulmalı ve muhafaza edilmelidir. Kayıtlar okunabilir kalmalı, kolaylıkla ayırt edilebilir ve tekrar elde edilebilir olmalıdır. Kayıtların muhafazası, korunması, tekrar elde edilebilir olması, saklama süresi ve elden çıkarılması (imha edilmesi dahil) için gereken kontrollerin belirlenmesi amacıyla dökümante edilmiş prosedür oluşturulmalıdır.

Kayıtların kontrolü yasal şartlar ve müşteri şartlarına uygun olmalıdır (Anonim 2005).

3.1.3.3. ISO/TS 16949:2002 Teknik Şartnamesinde Yönetimin Sorumluluğu

Üst yönetim, kuruluşa yasal şartlar, mevzuat şartları ve müşteri şartlarının önemini iletmeli, kalite politikası ve hedeflerini oluşturmalı, yönetimin gözden geçirmesini yapmalı ve kuruluşa ilgili kaynakları sağlamalı; kuruluştaki prosesleri etkinlik ve verimlilikleri açısından gözden geçirmelidir. Bunlar, yönetimin kalite yönetim sistemi ile ilgili taahhütlerinin kanıtlarıdır (Anonim 2005).

Üst yönetim, müşteri memnuniyetinin artırılması amacına yönelik olarak, müşteri şartlarının belirlenmesi ve bunların gereklerinin yerine getirilmiş olmasını sağlamalıdır

Üst yönetimin görevi, tanımladığı kalite politikasının kuruluşun amacına ve sürekli iyileştirme felsefesine uygunluğunu sağlamak ve bunun sürekliliği için gözden geçirmek, politikanın kuruluş içinde iletilmesini ve anlaşılmasını sağlamak ve şartlarına uymakla ilgili taahhütleri içermesini sağlamaktır.

Üst yönetim, kalite hedeflerinin kuruluşun ilgili fonksiyon ve seviyelerinde oluşturulmasını sağlamalıdır. Kalite hedefleri ölçülebilir olmalı, kalite politikası ile tutarlı olmalı, müşteri beklentilerine uygun olmalı ve tanımlanan sürede gerçekleştirilebilmelidir (Anonim 2005).

Üst yönetim, iş plânına dahil edilmesi gereken ve kalite politikasını yaymakta kullanılan kalite hedeflerini ve ölçümleri tanımlamalıdır.

Üst yönetim kalite yönetim sisteminin plânlanmasını ve kalite yönetim sisteminde değişiklikler plânlandığında ve uygulandığında, kalite yönetim sisteminin bütünlüğünün sürdürülmesini sağlamalıdır.

Üst yönetim, sorumlulukların ve yetkilerin, tanımlanmasını ve kuruluş içinde iletimini sağlamalıdır.

Düzeltilici faaliyet için sorumlu ve yetkili yöneticiler şartlara uymayan ürünler veya proseslerden derhal haberdar edilmeli ve ürün kalitesinden sorumlu personel kalite sorunlarını düzeltmek için üretimi durdurma yetkisine sahip olmalıdır.

Ürün kalitesinden emin olmak için tüm vardiyalardaki üretim faaliyetlerinde sorumlu veya sorumluluk verilmiş personel bulundurulmalıdır.

Üst yönetim, diğer sorumluluklarına bakılmaksızın yönetimden bir üyeyi temsilci olarak atmalıdır. Bu temsilcinin yetki ve sorumlulukları kapsamında proseslerin oluşturulması, uygulanması ve sürekliliğini sağlamak, üst yönetime kalite yönetim sistemi ile ilgili rapor vermek, kuruluştta müşteri şartlarının bilincinde olunmasını sağlamak bulunmaktadır.

Üst yönetimin müşteri şartlarına uygunluğu sağlamak için atadığı sorumlu ve yetkili personel müşteri temsilcisidir. Müşteri temsilcisi, özel karakteristiklerin seçimi, kalite hedeflerinin tayini ve bununla ilgili eğitimler, düzeltici ve önleyici faaliyetler, ürün tasarımı ve geliştirilmesi faaliyetlerinin sorumlusu ve yetkilisidir.

Üst yönetim, kuruluştta uygun iletişim proseslerinin oluşturulmasının ve iletişimin, kalite yönetim sisteminin etkinliğini de dikkate alarak gerçekleşmesini sağlamalıdır (Anonim 2005).

Üst yönetim, kuruluşun kalite yönetim sistemini planlanmış aralıklarla gözden geçirmeli, bu gözden geçirme aşağıdakileri kapsamalı ve sağlamalıdır (Anonim 2005):

- a. kalite yönetim sisteminin sürekli uygunluğunu, yeterliliğini ve etkinliğini sağlamak
- b. iyileştirme fırsatlarını ve varsa kalite yönetim sistemindeki değişiklik ihtiyaçlarını değerlendirmek
- c. kalite sistem performansının gelişimini değerlendirmek, kalite hedeflerini izlemek
- d. kalitesizlik maliyetlerini raporlamak ve değerlendirmek

Yönetimin gözden geçirmelerinden elde edilen kayıtlar; kalite hedeflerine ulaşıldığının ve müşteri tatmininin gerçekleştiğinin kanıtı olarak saklanmalıdır.

Gözden geçirme toplantılarında, yapılan tüm tetkiklerin sonuçları, müşteriden gelen geri beslemeler, saha başarısızlıklarının değerlendirmeleri, proses performansı ve ürün uygunluğu, düzeltici ve önleyici faaliyetlerin durumu, önceki gözden geçirme toplantılarının takip faaliyetleri, kalite yönetim sistemini etkileyebilecek tüm değişiklikler ve iyileştirme önerileri girdi olarak kullanılmalı ve gözden geçirmenin çıktıları kalite yönetim sistemi ile proseslerinin, ürünün iyileştirilmesi ile kaynak ihtiyaçlarını içermelidir (Anonim 2005).

3.1.3.4. ISO/TS 16949:2002 Teknik Şartnamesinde Kaynak Yönetimi

Kuruluş kalite yönetim sistemini uygulama, sürdürme, sürekli iyileştirme ve müşteri memnuniyetini artırmak için gerekli kaynakları belirlemeli ve sağlamalıdır (Anonim 2005).

İnsan Kaynakları: Kuruluşun her seviyesinde ürün kalitesini etkileyen işleri yapan personel, uygun öğrenim, eğitim (işbaşı eğitimleri dahil), beceri ve deneyim yönünden yeterli olmalı; bunun için kendilerine gerekli eğitim olanakları sağlanmalı(tasarım personelinin yeterliliği, uygulanabilir araç ve teknikler konusunda beceri sahibi yaparak sağlanmalı), yaptıkları işle ilgili farkındalıkları artırılmalı, eğitim etkinlikleri değerlendirilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Bu faaliyetler için dökümanite edilmiş prosedürler gerekmektedir ve devamlılığı sağlanmalıdır (Anonim 2005).

Kuruluş ayrıca, çalışanları motive edecek bir prosese sahip olmalıdır. Bu proses, tüm kuruluşta kalite ve teknolojik bilincin teşvik edilmesini içermelidir.

Alt yapı ve Çalışma Ortamı: Ürün şartlarına uygunluğunu sağlamak için gerekli altyapı, çalışma alanları ve tesisler, proste kullanılan teçhizat (yazılım dahil) ve destek hizmetlerinden (ulaştırma,iletişim, vb.) oluşturulmalı ve sürekliliği sağlanmalıdır. Ürün ve proses ihtiyaçlarına bağlı olarak bu tesislerin temizlik, bakım işlerinin de sürekliliği gereklidir.

Altyapının en verimli kullanımı sağlanmalıdır; bunun için bir planlama gereklidir. Planlama, ayrıca olağandışı durumlar için de beklenmedik durum planlarını hazır tutmalıdır (temel hizmet kesintisi, işgücü eksikliği, ekipman arızaları, kullanım iadeleri, vb.) (Anonim 2005)

3.1.3.5. Ürün Gerçekleştirme

Ürün Gerçekleştirmenin Planlanması: Ürünün gerçekleştirilmesi için gerekli proseslerin planlanmasına ürün gerçekleştirme planması denir. Bu planlama; genel ve ürünle ilgili kalite hedeflerini, ürünle ilgili kaynak ihtiyaçlarını, ürünün

müşteri tarafından onaylanan kabul kriterlerini ve yöntemlerini (muayene, deney, izleme ve geçerli kılma faaliyetleri) ve ilgili proses ve ürünün geçerli kılma kayıtlarını belirler ve müşteri şartlarını içerir.

Müşteri şartlarına uyulmayı temin etmek için, ürün gerçekleştirmeyi etkileyebilecek her türlü değişiklik ve etkileri değerlendirilmeli ve ortaya çıktığı durumdaki doğrulama ve geçerli kılma faaliyetleri tanımlanarak plana dahil edilmelidir. Her türlü değişiklik durumunda müşteri bilgilendirilmelidir (Anonim 2005).

Müşteri ile İlişkili Prosesler: Kuruluşun görevi, ürüne bağlı şartları tanımlamak ve bunların gözden geçirilmesini sağlamaktır. Bu şartlar müşteri tarafından belirlenmiş olabilir. Bununla birlikte, kuruluşun amaçlanan kullanım için gerekli olduğunu düşünerek tanımladığı şartları ve yasal ve mevzuat şartlarını (malzeme temini, depolama, taşıma, geri dönüşüm, elden çıkarma ve imha ile ilgili tüm uygulanabilir yasal, güvenlik ve çevre düzenlemeleri) da içerir (Anonim 2005).

Gözden geçirme kuruluş, müşteriye ürünü sağlamayı taahhüt etmeden yani sözleşme yapılmadan önce yapılmalıdır ve kuruluşun ürünün gerçekleştirmek için kendi yeterliliğini tekrar gözden geçirmesini (risk analizi dahil), ürün şartlarının tanımlanmasını ve kuruluş ile müşteri arasında daha önce ifade edilenlerden farklı görünen sözleşme şartlarının çözümlenmesini içerir. İlgili kayıtları muhafaza edilmeli ve değişiklik durumunda ilgili tüm personel bilgilendirilerek dökümanlar güncellenmelidir.

Müşteri ile etkin iletişim için kuruluşun öncelikle yapması gereken, müşteri tarafından belirtilen dil ve formatta iletişim kurabilmeyi sağlamaktır. Bu iletişim, ürün bilgisi, başvurular, sözleşme ve siparişler, müşteri geri beslemesi konularında olabilir ve kusursuz işleyebilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır (Anonim 2005).

Tasarım ve Geliştirme: Hem ürün hem de proses tasarımında ilk yapılması gereken sürecin planlamasıdır. Bu planlama, tasarım ve geliştirmenin aşamalarını, belli noktalarda yapılacak gözden geçirme, doğrulama ve geçerli

kılmayı ve ilgili sorumluluk ve yetkilerin tanımlanmasını içerir. Hem ürün hem de proses tasarımı, bir kişinin her konuda uzman olması beklenemez. Bu sebeple, özel karakteristiklerin tanımlanması, geliştirilmesi ve izlenmesi, FMEA ve diğer potansiyel riskleri azaltmaya yönelik çalışmalar, kontrol planlarının geliştirilmesi ve gözden geçirilmesi gibi konularda disiplinler arası bir çalışma yapılmalıdır.

Tanımlanan özel karakteristikler uygun sembollerle ifade edilmeli (müşteri sembolleri ile uyum sağlanmalı), kontrol planına dahil edilmeli ve bu karakteristikleri etkileyen tüm proses adımları FMEA, kontrol planı, operatör talimatları gibi dökümanlarda tanımlanmalıdır (Anonim 2005).

Tasarımın ilk adımı girdilerin tanımlanması ve elde edilmesidir. Bu belirlenmelerle ilgili kayıtların muhafaza edilmesi gerekir. Ürün tasarımının çıktıları, proses tasarımının girdisini oluşturacaktır.

Tasarım ve geliştirmeden elde edilen çıktılar, girdi şartlarını karşılamakla birlikte, hem ürün kriterlerini hem de ürünün güvenli, uygun kullanımı için gerekli ürün karakteristiklerini içermeli; hem de satın alma, üretim, hizmet sunumu için uygun bilgiyi sağlamalıdır.

Tasarım ve geliştirme esnasında ortaya çıkabilecek herhangi bir problemin belirlenmesi ve yapılan planlama ile mevcut durumun karşılaştırılabilmesi için uygun aşamalarda tasarım ve geliştirmenin gözden geçirilmesi gerekir. Bu gözden geçirmenin kayıtları muhafaza edilmelidir (Anonim 2005).

Gözden geçirme ile birlikte, yine belli aralıklarla yapılması gereken tasarım ve geliştirmenin doğrulanmasıdır. Burada amaç, tasarım ve geliştirme çıktılarının girdi şartlarını karşıladığından emin olmaktır, kayıtları muhafaza edilmelidir.

Ürünün tesliminden ve uygulanmasından önce de tasarım ve geliştirmenin geçerli kılınması gerekir. Geçerli kılmanın kayıtları da muhafaza edilmelidir.

Üretim prosesinin doğrulanmasından sonra gelen ürün onayında kuruluş, müşteri tarafından kabul edilen ürün ve üretim prosesi onay prosedürüne uymak durumundadır.

Tasarım ve geliştirmede herhangi bir değişiklik meydana geldiği durumda, uygulamaya koymadan önce bu değişikliğin önceden teslim edilmiş ürün ve ürünü oluşturan parçalar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi de dahil olmak üzere, gözden geçirilmesi, doğrulanması, geçerli kılınması ve onaylanması gerekir. Değişiklikle ilgili kayıtlar muhafaza edilmelidir (Anonim 2005).

Satın Alma Faaliyetleri: Kuruluş, satın alınan ürünün uygunluğunu, ürünün fonksiyonuna bağlı kontrollerle sağlamalıdır. Bunun için gerekli muayene ve diğer faaliyetleri uygulamalıdır. Yapılması gereken, satın alınan ürünün kalitesini doğrulamak ve tedarikçinin sürekli izlenmesini sağlamaktır (Anonim 2005).

Satın alınan ürünün kalitesi, tedarikçiden alınan istatistiksel verilerin değerlendirilmesiyle, numune alma yoluyla girdi muayenesi/deneyi faaliyetleriyle, laboratuvar kapsamında parça değerlendirmesiyle, tedarikçi firmada yapılan ikinci ve üçüncü taraf tetkiklerle doğrulanabilir.

Tedarikçinin performansı ise teslim edilen ürünün belli periyotlardaki kalite performansı, müşteriye ortaya çıkan kalite ve sevkiyatla ilgili uygunsuzluklar, teslimat programı performansı gibi göstergeler aracılığı ile izlenebilir. ISO/TS 16949:2002'e göre, müşteri tarafından aksi belirtilmediği takdirde, kuruluşun tedarikçilerinin akredite edilmiş 3.taraf belgelendirme kuruluşu tarafından ISO 9001:2000'e göre belgelendirilmiş olması gerekir. Kuruluş, tedarikçilerini ilk adımda ISO 9001:200'e, daha sonra ISO/TS 16949:2002'e uygunluk konusunda teşvik etmeli, destek vermeli ve onları geliştirmelidir (Anonim 2005).

Üretim ve Hizmet Sağlanması: Kuruluşun üretim veya hizmet sağladığı ortamda ürün karakteristiklerini açıklayan bilgiler, gerekli olduğu durumlarda çalışma talimatları, izleme ve ölçme cihazları bulunmalı ve bu faaliyetler uygulanmalı, uygun teçhizat kullanılmalı, teslimat ve teslimat sonrası faaliyetler uygulanmalıdır.

Kuruluş, ürünün sistem, alt sistem, parça/malzeme düzeyinde kontrol planlarını geliştirmeli; bunu geliştirirken tasarım ve proses FMEA çıktıları da dikkate alınmalıdır (Anonim 2005).

Kontrol planı; üretim prosesinin kontrolü için kullanılan kontrollerin listesini yapan, özel karakteristiklere uygulanan kontrolleri listeleyen, proses kararsız hale geldiği veya yetersizleştiği durumda alınacak aksiyon faaliyetlerini ve bunların sorumlularını özetleyen dökümandır; bu doküman eğer var ise müşteri tarafından istenen bilgileri de içermelidir.

Kontrol planı prosesle birlikte yaşayan bir dökümandır; yani ürünü, ürün veya prosesle ilgili ölçümleri, tedarikçi faaliyetlerini, FMEA'yı vb. etkileyen bir değişiklik olduğunda gözden geçirilir ve gerekiyorsa güncellenir. Bu güncelleme müşteri onayını gerektirebilir.

Kontrol planındaki bilgiler; ürün kalitesini etkileyen personelin işlerini nasıl yapacaklarını tarif eden çalışma talimatlarının oluşturulmasında kullanılır. Bu talimatlar, iş düzenlerinin işin ilk devreye alınması esnasında doğrulanması faaliyetlerini de içermelidir.

Kuruluştaki kullanılan üretim takımlarının bakım-onarım, ayar, aşınma durumundaki faaliyetler, takım tasarımı değişikliklerine ilişkin dökümantasyon, takımlarda ve dökümanlardaki revizyonlar yönetilmesi gereken durumlardır ve bunları tanımlayan bir sistemin kurulması, uygulanması, gerekli kaynakların temin edilmesi gerekir.

Kullanılan makine ve teçhizatların (masterlar dahil) bakımı için gerekli kaynaklar belirlenmeli ve makine ve teçhizatın planlı bakımını, ambalajlanmasını ve korunmasını, yedek parça bulunabilirliğini, bakım hedeflerinin dökümanla edilmesi, değerlendirilmesi ve iyileştirilmesini içeren toplam kestirimci bakım sistemi geliştirilmiş olmalıdır (Anonim 2005).

Üretim, müşteri şartlarını karşılamak için sipariş esasına dayalı ve prosesin temel aşamalarında üretim bilgilerine ulaşmaya izin veren yapıda programlanmalı, en uygun stok devrini sağlamak için de FIFO veya benzeri bir envanter yönetim sistemi kullanılmalıdır.

Müşteriye uygun sevkiyat, ürünün kuruluştaki uygun şekilde muhafaza edilmesiyle mümkün olabilir. Bunun için gerekli depolama ve ambalajlama

şartları tanımlanmalı ve potansiyel bozulma durumlarının tespiti için stoktaki ürünler planlı aralıklarla kontrol edilmelidir (Anonim 2005).

Proseslerin tümünün planlanan sonuçları elde edebildiğinden emin olmak için doğrulanması gerekir. Bu doğrulama, gözden geçirme ve onaylama için tanımlanmış kriterlerle belli metot ve prosedürleri kullanarak gerçekleştirilir.

Kuruluşun üretilen ürünleri ürün gerçekleştirme boyunca uygun şekilde tanımlaması, izlenebilirliğini sağlaması gerekir. Bu, üretimin geriye dönük bilgilerine ulaşmayı gerektiren durumlar için kritiktir.

Bu tanımlama müşteri mülkiyetinde olan üretim takımları için de gereklidir. Müşteri, kendi kalitesini güvence altına almak adına kuruluşa kullanılması için çeşitli üretim takımları verebilir, kuruluş bu mülkiyeti korumak ve güvenliğini sağlamak durumundadır; hasar durumunda müşteri acil haberdar edilmelidir (Anonim 2005).

İzleme ve Ölçme Cihazlarının Kontrolü: Kuruluş, ürünün uygunluğunu belli izleme ve ölçme cihazları ile doğrulamak durumundadır. Burada esas olan, ilk olarak izleme ve ölçmenin yapıldığı ölçüm aletinin doğrulanmasıdır. Ancak bu doğrulama yapıldıktan sonra ürün için yapılan ölçümlerin güvenilirliğinden bahsedilebilir (Anonim 2005).

Bu amaçla, izleme ve ölçme için kullanılan tüm cihazlar, cihazın fonksiyonu ve kullanım sıklığına göre belirlenecek aralıklarda kalibre edilmeli ve doğrulanmalı; ya da uluslararası veya ulusal referans ölçme standartlarına göre izlenebilirliği sağlanmalıdır. Bu faaliyet gerekli durumlarda üretici firma tarafından yapılabilir. Kalibrasyon ve doğrulama faaliyetlerine ilişkin kayıtlar muhafaza edilmelidir. Cihazlar kalibrasyon durumu için tanımlanmış olmalı, gerekli olduğunda ayarlanmış ve ölçme sonuçlarını geçersiz kılacak ayarlardan korunmuş olmalı, tüm hasar ve bozulmalara karşı korunmalıdır.

Bu çalışmalar sonucunda herhangi bir cihaz doğrulanmazsa; bu cihazla daha önceden yapılmış olan ölçümlerin tekrar değerlendirilmesi ve geçerliliğinin doğrulanması gerekir (Anonim 2005).

Bununla birlikte, ölçüm esnasında her zaman değişkenlik mevcut olacaktır. Bu, ölçümcüden, ölçüm aletinden, ölçümün yapıldığı ortamdan

kaynaklanabilir. Esas olan bu değişkenliğin kabul edilebilir sınırlar içinde olmasıdır. Kuruluş bunun teyidini, çeşitli istatistiksel çalışmalarla kontrol planında belirtilen tüm ölçüm sistemleri için almak durumundadır. Bu çalışmada, müşteri referans el kitabına uygun analitik metot ve kabul kriterleri kullanılmalıdır (Anonim 2005).

Kuruluş muayene, deney ve kalibrasyon faaliyetlerini kendi bünyesindeki bir iç laboratuvarında veya bir dış laboratuvarında gerçekleştirebilir. Eğer kullanılan bir iç laboratuvarı varsa, laboratuvar prosedürleri tanımlı olmalı ve bu şekilde uygulanmalı, ürün için gerekli olan deneyleri ilgili proses standartlarına göre (örn. ASTM, EN) yapabilmeli ve personeli bu iş için yeterli olmalı, bununla ilgili kayıtlar gözden geçirilmeli ve laboratuvar kapsamı kalite yönetim sistem dökümantasyonuna dahil edilmelidir.

Kullanılan dış laboratuvarların gereklilikleri kapsam ve personel açısından iç laboratuvarla aynı olmakla birlikte, kuruluşun bu dış laboratuvarı kullanması durumu müşteri tarafında kabul görmüş olmalı ve dış laboratuvar ISO/IEC 17025 veya ulusal eşdeğerine göre akredite olmalıdır (Anonim 2005).

3.1.3.6. Ölçme, Analiz ve İyileştirme

Kuruluş, her proses için belirlediği uygun istatistiksel araçlar yardımıyla üretilen ürünlerin ve kalite yönetim sisteminin uygunluğunu denetlemek ve sürekli iyileştirmek için izleme, ölçme, analiz ve geliştirme prosesi planlamalı ve uygulamalıdır (Anonim 2005).

İzleme ve Ölçme: İzleme faaliyetleri, sevkedilen parçaların kalite ve teslimat performansını, müşteri bildirimlerini ve şikayetlerini sürekli değerlendirmeyi de kapsar.

Ayrıca kuruluştaki; üretilen ürünlerin çeşitli aşamalarda boyut, fonksiyonellik, ambalajlama vb kriterlerinin uygunluğunu belirlemek, üretim proseslerinin etkinliğini belirlemek ve kalite yönetim sisteminin ISO/TS 16949:2002'e uygunluğunu doğrulamak için iç tetkik planları hazırlanmalı; ISO/TS 16949:2002'nin şartlarını tetkik edebilecek iç tetkikçiler tarafından bu

planlar uygulamaya konmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Bir iç tetkikçi kendi işlerini tetkik etmemelidir. İlgili faaliyetlerin prosedür ile tanımlanmış olması gerekir (Anonim 2005).

Kuruluştaki tüm proseslerin, planlanan sonuçlara ulaşma yeteneklerinin tespiti için izlenmesi ve ölçülmesi gerekir; bu uygunsuzluk durumunda düzeltici faaliyetlerin başlatılmasını gerektirir. Hedef, prosesin performans ve yeterliliğinin müşteri parça onay prosesi şartlarında belirtildiği şekilde sürdürülmesidir. Bunu sağlamak için parça onay prosesinde müşteriye onaylatılan kontrol planı ve proses akış şeması dökümanlarına, uygulamada tam bağlılık gerekir.

Benzer şekilde ürünün de hedef performansa uygunluğunun izlenmesi ve ölçülmesi; bu faaliyetlerin planlanması gerekir. Uygulamaların kayıtları muhafaza edilmelidir. Bu kapsamda kuruluş; her ürün için yerleşim muayenesi (tasarım kayıtlarındaki ürün boyutlarının tamamının ölçülmesi) yapmalı ve sonuçları gerektiğinde müşterinin gözden geçirmesi için hazır bulundurmalıdır. Görüntü amaçlı ürün üretildiği durumlarda; kuruluştaki ürünün görünüm açısından uygunluğunun denetlenmesi için elverişli şartlar sağlanmalıdır (aydınlatma kaynakları, mastarlar, nitelikli personel, vb.) (Anonim 2005)

Uygun Olmayan Ürünün Kontrolü: Kuruluş, herhangi bir sebeple uygun olmayan ürün üretilmesi durumunda yapılacak faaliyetleri uygunsuzluğu gidermek için alınacak tedbirleri; mümkün olan durumlarda müşteriden sapma izni alarak serbest bırakmayı ve ürünün asıl kullanımını engelleyecek önlemleri almayı da içerecek şekilde bir prosedür içinde tanımlamalıdır. Uygun olmayan ürün müşteriye sevk edildikten sonra fark edilirse müşteri anında bilgilendirilmelidir. Tanımı yapılmamış veya şüpheli durumdaki ürünler uygun olmayan ürün olarak sınıflandırılır.

Ürünün uygun olmaması durumunda yeniden işleme söz konusu ise, yeniden işlenen ürünün kontrolü için özel şartları kapsayan işleme talimatları oluşturulmalı ve ilgili personelin tarafından kullanımı sağlanmalıdır (Anonim 2005).

Veri Analizi: Kuruluşun sürekli iyileştirme adına doğru hareket edebilmesi müşteri ile ilgili problemlerin anında çözümü için önceliklerin doğru geliştirilmesiyle, uzun vadeli planlama için müşteri ile ilgili temel eğilimlerin tespit edilmesiyle, kullanımla ortaya çıkan ürün bilgilerinin zamanında raporlanması için bir bilgi sistemi oluşturulmasıyla mümkün olur.

Bütün bunların gerçekleşebilmesi de, gerekli verilerin doğru ve etkin şekilde toplanabilmesi ile mümkün olur. Veriler, daha önceki bölümlerde bahsedilen izleme ve ölçme kanalları vasıtası ile elde edilir ve müşteri memnuniyeti, ürünün uygunluğu, proseslerin ve ürünlerin özellikleri ve eğilimleri ile tedarikçilerle ilgili bilgileri kapsar (Anonim 2005).

İyileştirme: Kuruluş, sürekli iyileştirmeyi sağlamak için tanımlanan kalite politikası ve hedefleri ışığında tetkik sonuçlarını, elde edilen verilerin analizlerini, düzeltici önleyici faaliyetleri ve yönetimin gözden geçirme sonuçlarını kullanmalıdır. Sürekli iyileştirme için bir proses tanımlı olmalıdır.

Bir üretim prosesinin sürekli iyileştirme yolunda olabilmesi için öncelikle prosesin yeterli ve kararlı, yani ürün karakteristiklerinin tahmin edilebilir olması gerekir. Dolayısıyla ilk etapta ürün karakteristiklerinin ve üretim proses parametrelerinin değişiminin kontrolü ve azaltılmasına odaklanılmalıdır. Kontrol edilen bu karakteristiklere kontrol planında yer verilmelidir (Anonim 2005).

Kuruluş ayrıca, uygunsuz ürünle karşılaşıldığı durumda yapılacak düzeltici faaliyetleri bir prosedürle dökümanete etmelidir. Bu faaliyetler uygunsuzluğun nedenini belirleme, tekrarını önleyecek önlemleri alma, alınan önlemleri ve sonuçlarını kaydetme ve gözden geçirme şartlarını kapsamalıdır. Yapılacak tüm bu düzeltici faaliyetlerin süresi en aza indirilmeli ve kayıtları tutulmalıdır.

Kuruluş problem çözmede kullandığı prosesi tanımlamalıdır.

Ortaya çıkabilecek potansiyel uygunsuzlukları tespit etmek için geliştirilen önleyici faaliyetleri içeren bir prosedür oluşturulmalı; düzeltici faaliyet prosedürüne benzer şekilde bu prosedür de uygunsuzlukları ve bunların nedenlerini belirleme, tekrarını önleyecek önlemleri alma, alınan önlemleri ve

sonuçlarını kaydetme ve gözden geçirme şartlarını kapsamalıdır (Anonim 2005).

3.1.4. Çalışmada Kullanılan Temel Bilimsel Yöntemlerin Tanıtılması

Bu bölümde, bilimsel çalışmaya temel oluşturan yöntemler tanıtılacaktır. İlk olarak, son yıllarda karar verme problemlerinde sıklıkla kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process-AHP) yöntemi, daha sonra ise Kalite Fonksiyonları Yayılımı (Quality Function Deployment-QFD) yönteminden bahsedilecektir.

3.1.4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Birbiriyle ilişkili olan, iç içe geçmiş pek çok karmaşık problemle karşılaşılabilir. Örneğin dünya ekonomisi enerji ve diğer kaynaklara bağlıdır. Enerjinin yeterliliği, coğrafya ve politika ile ilgilidir. Ya da bir ülkenin askeri gücü teknolojiye bağlıdır. Teknoloji ise fikirlere ve kaynaklara bağlıdır. Bu döngü bu şekilde sonsuza dek devam eder. Bu durum bir sistem olarak algılanmalıdır ve şu şekilde ifade edilebilir: sebepleri ve etkileri net olarak ayrılamayan bir ilişkili faktörler ağı.

Bu sistem geleneksel yöntemlerle değerlendirildiğinde, daha küçük ve basit yapıları zincirlere bölünerek incelenecek fakat tekrar bir araya getirilmeleri sırasında entegre, mantıklı sonuçlar elde etmek için bir mantıksal önceliklendirme kuralı kullanılmayacaktır.

Kazanılan deneyimler, sadece mantıklı düşünerek, tündengelim yöntemiyle verilen kararların doğru ve doğal sonuçlar vermediğini göstermiştir. Özellikle pek çok faktörle ilişkili olan çok karmaşık problemlerde karar vermek gerektiğinde, bu yöntemle çok sayıda faktörün yarattığı tüm ilişkileri göz önünde bulundurmamak neredeyse imkansızdır (Saaty 1994).

Analitik karar vermeye ihtiyaç duyulmasının sebebi, günümüzde pek çok insanı etkileyecek ve ayrıca daha sonra verilecek kararları da etkileyecek karmaşık kararlar verilmekte olmasıdır. Başarılı sonuçlara ulaşabilmek için doğru bir politika kullanılmalı ve bu hem kısa hem de uzun vadeli kararlar

alırken uygulanmalı, ayrıca çok çeşitli veri ve bilgiden faydalanmalı, entegre edilmelidir. Yararlanılan bu veri ve bilgiler zaman zaman nitel, zaman zaman da farklı ölçeklerde nicel veri ve bilgiler olabilir. Karar verirken nicel ölçütlerin farklı ölçeklerinin nasıl kullanılacağı da önemlidir: dolar, ton, saat gibi ölçekleri kıyaslamada direkt olarak kullanmak mantıklı olamayabileceği gibi, bu ölçeklerin nasıl birbirine çevrileceği veya kombine edileceği de kritik bir karardır. İyi ve doğru karar verebilmek, bu tip farklılıkları çözmede yaratıcı fikirler öngörebilmekten geçer (Saaty 1994).

Pek çok seçenek arasından en mantıklı, ya da en az zahmet verecek olanı seçmek durumunda olduğunda, uygun bir matematiksel ölçme yönteminin veya bir prosedürün olmayışı çok sıkıntı vericidir. Bu durumda, hangi durumun bir diğerine daha ağır bastığını ve seçim yapan kişiyi hedefe daha çok yaklaştıracığını ölçmeye yarayacak yeni bir prosese ihtiyaç olduğu açıktır. Bu yeni proses karar vericiler arasında oy birliği ile uzlaşmaya varmaya da müsait olmalıdır.

Karar verme sonucu birden fazla kişiyi etkileyeceğinden, tüm grupların katılımını sağlama ve karşılıklı münazaralar karar vermede gereklidir. Grup halinde karar verilmesinden dolayı ortaya değişik beklenti ve gereklilikler çıkacaktır. İlk olarak grup arasında, sonu uzlaşmaya varacak bir tartışma gereklidir. Daha anlamlı olan bir diğer gereklilik ise ana problemin karar vermeyi kolaylaştırmak ve farklı alanlarda uzmanlaşmış kişilerin hangi parçanın hedefe etkisinin daha büyük olduğuna karar vermelerini sağlamak amacıyla parçalara bölünmesidir. Bu süreç başarı ile tamamlandığında, ana hedefe göre, önerilen çözümlerin gözden geçirilmesi kolaylaşır ve daha sağlıklı olur (Saaty 1994).

Geleneksel karar verme metotlarının bir diğer büyük dezavantajı da, ana yapıyı tasarlamak için uzmanlaşmış kişi(ler)e ihtiyaç duymaları ve ancak bundan sonra karar verme sürecinin bu ana yapı üzerinde kurgulanmasının gerekmesidir.

Karar vermede karşılaşılan genel problemler gözden geçirildikten sonra, bu problemlerle karşılaşmamak için ihtiyaç duyulan metodun özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Saaty 1994):

- ana yapıyı kurmada kolaylık sağlaması

- tüm gruplar ve kişiler için uygulanabilir olması
- kişisel sezgi ve genel düşünce yapısına uyumlu olması
- oy birliği ile uzlaşmaya varmaya elverişli olması
- aşırı uzmanlaşmaya ihtiyaç duymayan bir metod olması

Bu metot ile çözülecek problemlerde faydaların, maliyetlerin veya önerilen çözümlerin risklerinin değerlendirilmesi söz konusudur. Böyle bir değerlendirmede şöyle sorular sormak gerekebilir: Hangi sonuçlar diğerlerinden daha önemlidir? Hangi amaçlar diğerlerinden daha önemlidir? Hangisi yapılmalıdır? Bunun için ne planlanmalıdır ve bu nasıl yapılabilir? Bu ve bunun gibi sorular çok kriterli bir mantık gerektirir. Çok kriterli mantık, geleneksel yaklaşımlara göre daha farklı ve çoğunlukla daha iyi sonuçlar vermektedir.

Karar verebilmek için çok çeşitli bilgi ve veriye ihtiyaç vardır. Bu gereklilikler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Saaty 1994):

- karar verilecek problem hakkında detaylar
- karar verme sürecine katılan kişiler
- karar verme sürecine katılan kişilerin hedefleri ve politikaları
- karar vermeye katılan kişilerin hedefleri elde etmedeki etkileri
- zaman kısıtı, çeşitli senaryolar ve diğer kısıtlar

Karar vermede potansiyel sonuç veya alternatiflerden birini seçerken, kriterleri amaca daha küçük etkileri olan küçük grup veya kademelere bölmek gerekebilir, bu durumda da bunların etkilerini değerlendirebilmek için sıralama yapmak gerekebilir. Kısaca, karar verme aşağıdaki süreçleri içeren bir proses olarak düşünülebilir (Saaty 1994):

1. Problemi bir hiyerarşi veya birbirine bağlı döngüler sistemi şeklinde yapılandırma.
2. Fikirler, sezgiler ve duygularla yönetilen muhakemeler yapma.
3. Bu muhakemeleri anlamlı sayılarla ifade etme.
4. Bu sayılarla hiyerarşinin elemanlarının önceliklerini hesaplama.
5. Elde edilen sonuçların genel bir sonuç elde etmek amacıyla sentezini yapma.
6. Muhakemedeki değişikliklere duyarlılığı analiz etme.

Bu kriterler, 1970'lerin sonunda Thomas Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile karşılanabilir. Son 25 yılda AHP yöntemi otuzdan fazla değişik alanda karar alternatiflerini sıralamak, seçmek, değerlendirmek ve kıyaslamak için kullanılmıştır (Chandran ve ark. 2005). Bu yöntem, mantık ve problem çözümlerinin çatısını oluşturur öyle ki; sezgileri, duyguları, muhakemeleri ve deneyimleri karar sonuçlarını etkileyecek bir güçler hiyerarşisi olarak organize ederek sürecin başındaki kararsız durumdan, tam olarak entegre olmuş bir bilince erişir. AHP, insanın bilgi ve deneyimleri yoluyla yaptığı ikili karşılaştırmalarla göreceli önemleri tahmin etme kabiliyetinden temellenir. Bu karşılaştırma sonuçları, nitel ve nicel pek çok ölçüt için oransal ölçekler elde etmede kullanılır. Bu ölçütler bir hiyerarşik veya ağ yapısında düzenlendiğinde bir problemi daha küçük parçalara bölerek insanın temel sezgi ve kararlarını organize eden bir sistematik prosedür elde edilmiş olur. Böylelikle AHP, basit ikili karşılaştırmalardan hiyerarşideki öncelikleri belirlemeye olanak tanır (Saaty 1994).

AHP, kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlayıp, bu şekilde daha iyi kararlar vermelerini amaçlar (Evren ve Ülengin 1992).

AHP Yönteminde İkili Karşılaştırmalar: Günlük hayatta, karşılaştırma yaparken genellikle ölçümlere ait oranlar kullanılır. Pek az özelliği oranları yerine gerçek değerlerini kullanarak kıyaslamak mümkündür. (Örneğin, sıcaklık değerlerini kıyaslarken değerlerin birbirine olan oranına değil, iki değer arasındaki farka bakılır)

AHP, ikili kıyaslamalar yaparak belli kriterlerin göreceli önemlerini değerlendirir. Bu mukayese, iki kriterin önem, tercih edilebilirlik açısından birbirine ne kadar baskın olduğu değerlendirilerek yapılır. Dolayısıyla AHP ile karar verme, göreceli oranlama önceliklerine göre kriterlerin sıralanması ile yapılır.

Kıyaslamada, nitel kriterler kullanıldığında bu kıyaslama oranları kıyaslamayı yapan kişinin duygularının, sezgilerinin ifadesidir. Bu sezgiler bir sonucun veya hedefin hangi kriterden daha çok etkilendiği ile ilgilidir.

Kısaca AHP yöntemi problemin hiyerarşik olarak gösterimi sonucu, karar alma açısından etkili olabilecek tüm faktörler üzerinde ayrı ayrı yargı sahibi olmayı olanaklı kılar. Bu yargıya da, öğeleri ikiye ikiye ele alıp onları salt bir kritere göre değerlendirmek ve bu değerlendirmeyi yaparken de diğer kriterlerle ilgilenmemekle varılabilir.

n adet A_1, A_2, \dots, A_n faaliyetinin ağırlıkları sırasıyla w_1, w_2, \dots, w_n olduğu durumda, her faaliyetin diğerlerine göre göreceli ağırlıkları matrisin satırları cinsinden yazılabilir. Kıyaslaması yapılan iki faaliyetten ağırlığı daha hafif olanı birim olarak alıp, diğerinin onun kaç katı ağırlıkta olduğunu ölçmek suretiyle göreceli ağırlıklar Çizelge 3.1'deki gibi belirlenebilir (Evren ve Ülengin 1992).

Çizelge 3.1. İkili Kıyaslamada Göreceli Ağırlıklar

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	w_1/w_1	w_1/w_2	...	w_1/w_n
A_2	w_2/w_1	w_2/w_2		w_2/w_n
.	.	.		.
.	.	.		.
.	.	.		.
A_n	w_n/w_1	w_n/w_2		w_n/w_n

A matrisinde değeri 0 olan a_{ij} elemanları da bulunabilir; bu, kıyaslamamanın mümkün olmadığı durumlarda gerçekleşecektir.

AHP, oluşturulan hiyerarşideki bir düzeyin tüm öğeleri ile bir üst düzeydeki tek bir öğenin veri olarak alınması ve alt düzeydeki bütün öğelerin üst düzey öğelerinden biri üzerindeki göreceli etkileri açısından ikiye ikiye karşılaştırılıp yukarıda ifade edilen matrise benzer bir matris oluşturulmasına ve bu matrisin en büyük özdeğere sahip özvektörünün bulunmasına dayanır. Özvektör, öncelik sıralarının belirlenmesine, özdeğer ise yargının tutarlılığının ölçülmesine yarar (Evren ve Ülengin 1992).

AHP yönteminde ikili karşılaştırmaların taş ağırlıkları üzerine yapıldığı ve taş ağırlıklarının da net olarak bilindiği durumda, A_1 ve A_2 taşlarının ağırlıklarını

karşılaştırmak için ilk olarak A_1 taşı ve daha sonra A_2 taşı tartılır. A_1 ve A_2 ağırlıklarının sırasıyla $w_1=305$ gr ve $w_2=244$ gr olduğu durumda $w_1/w_2=1,25$ olacaktır ve bu ikili karşılaştırma sonucunda " A_1 , A_2 'den 1,25 kat daha ağırdır" yargısına varılacaktır. Bu durum tam ve doğru ölçümün ideal durumudur. Diğer bir deyişle, w_i ağırlıkları ile a_{ij} yargısı arasında aşağıda görülen basit ilişki kullanılarak A matrisi elde edilmiştir:

$$w_i/w_j=a_{ij} \quad (i,j=1,2,\dots,n)$$

Bu örnekle ifade edilen ideal durumda A matrisinin tüm a_{ij} değerleri, w_i/w_j değerlerine eşit, pozitif ve $a_{ji}=1/a_{ij}$ özelliğine sahip değerler olacaktır. Başka bir deyişle $a_{12}=1,25$ olarak bulunduğu anda $a_{21}=1/1,25$ olduğu derhal kestirilebilecektir.

Bununla birlikte, söz konusu A matrisi aynı zamanda tutarlı da olacaktır, çünkü

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

ifadesi mutlaka sağlanacaktır. Yani A_1 taşı A_2 'den 1,25 kez; A_2 taşı da A_3 'ten 2,5 kez daha ağır olduğunda A_1 taşı da A_3 'ten $1,25*2,5$ kez daha ağır olacaktır (Evren ve Ülengin 1992).

Özdeğer Kavramı ve AHP Yönteminde Matrislerin Tutarlılığı: Özdeğer kavramı kısaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Özdeğer problemi, n boyutundaki bir A kare matrisi ve n boyutlu bir x vektörü cinsinden

$$Ax = \lambda x$$

şeklinde ifade edilebilir. Buradaki λ değerine A matrisinin öz değeri, x vektörüne de A matrisinin λ özdeğerine karşılık gelen öz vektörü denir. Bu denklem, I birim matris olmak üzere:

$$(A - \lambda I)x = 0$$

şeklinde yazılabilir. Bu eşitliğin sıfırdan farklı bir çözümü olabilmesi için:

$$\det[A - \lambda I] = 0$$

olmalıdır. Bu determinanta A matrisinin karakteristik polinomu denir. Bu polinomun derecesi n'dir. Bu n. derece polinomun kökleri olan n adet λ değeri, A matrisinin özdeğerleri olacaktır.

Bir özdeğer problemi genel olarak, $B \neq 0$ olmak üzere:

$Ax = \lambda Bx$ veya $Ax - \lambda Bx = 0$ şeklinde olacaktır. Eğer bu eşitliğin her iki tarafı B^{-1} ile çarpılırsa:

$B^{-1}Ax = \lambda B^{-1}Bx = \lambda x$ elde edilir. $C = B^{-1}A$ olarak alınırsa:

$Cx = \lambda x$ elde edilmiş olur.⁹

Bazı özel matrislerin özdeğerlerinin özellikleri Çizelge 3.2. üzerinde görülmektedir.

Çizelge 3.2. Bazı Özel Matris Türlerinin Özdeğerleri¹⁰

Matris Türü	Tekil Matris	Tekil Olmayan Matris	
Özdeğerler	En az bir özdeğer sıfırdır.	A=I matrisi için	bütün özdeğerler 1'dir.
		A=D (köşegen matris) için	A matrisinin köşegen elemanlarına eşittir.
		A^{-1} matrisi için	A matrisinin özdeğerlerinin tersidir.

Özvektörün hesaplanması için bilgisayar programları mevcut olduğu gibi, bu tür programların bulunamadığı durumlarda aşağıdaki dört yöntemden biri görece önemi vektörünün bulunması için kullanılabilir (Evren ve Ülengin 1992):

a. En Basit ve Sapmalı Yöntem: Oluşturulan A matrisinde her satırın toplamının alınması ve her toplam değerinin söz konusu toplamların toplamına bölünmesi ile cevapların toplamı normalize edilmiş (bire eşitlenmiş) olur. Elde edilen vektörün her satırındaki elemanı, o satıra ait faaliyetin görece önemini ifade eder.

b. Daha İyi Yöntem: A matrisinin her sütunundaki elemanların toplamı alınarak bu toplamların eşleniklerinin bulunması (1/sütun toplamı) sonrası, bu

⁹ www.physics.ibu.edu.tr/Webders/Mat432/mat432bolum7.pdf

¹⁰ www.physics.ibu.edu.tr/Webders/Mat432/mat432bolum7.pdf

değerlerin toplamının bire eşit hale gelebilmesi için her eşlenik, eşleniklerin toplamına bölünür.

c. Birinci İyi Yöntem: Her sütunun elemanları, o sütunun toplamına bölünerek, elde edilen değerlerin satır toplamı alınarak, bu toplam satırdaki eleman sayısına bölünür.

d. İkinci İyi Yöntem: Her satırdaki n elemanı birbirleri ile çarpılıp n . kök bulunarak elde edilen değerler normalize edilir.

Bilgisayar programları, matrisin çok yüksek kuvvetlerini alıp elde edilen matriste her satır toplamını o matrisin elemanlarının toplamına bölmek yoluyla hesap yaparlar. Hesaplama kolaylığı ve özvektörü tahmindeki doğruluk payının fazla olmasından dolayı uygulamada “Birinci İyi Yöntem” daha çok tercih edilmektedir.

A matrisinin tutarlı olduğu durumda, dört yöntemin de aynı sonucu vermesi gerekecektir.

AHP Yönteminde Matrislerin Tutarlılığı: Hiçbir ölçüm türü için kesin olarak tutarlılık garantisi verilemez. Ölçüm aletleri ile yapılanlar da dahil olmak üzere tüm ölçümler deneysel hata ya da ölçme aleti hatası ile karşı karşıya kalıp tutarsız sonuçlara yol açabilirler.

Örneğin AHP yöntemi ile elde bulunan birkaç nesnenin ağırlığına dair tahmin yapmayı gerektiren bir problemde, nesnelerin ağırlıklarını ikişer ikişer karşılaştırarak her ikili grup için göreceli ağırlıklar saptanabilir. Bu ağırlık saptama sırasında meydana gelen bir ölçüm hatası sonucu A'nın B'den; B'nin de C'den daha ağır olduğu, buna karşın C'nin de A'dan daha ağır olduğu kanısına varılabilir. Bu, özellikle A,B ve C'nin ağırlıklarının birbirine yakın ve/veya ölçüm aletinin yeterince hassas olmadığı durumlarda ortaya çıkar. Fakat bazı problemlerde tutarsızlık çok önemli sorunlara yol açabilir. Örneğin, iki kimyevi maddenin eşoranlı bileşiminden elde edilecek bir ilaç için tutarsızlık; kullanılan kimyevi maddelerden birinin diğerine göre daha fazla konulmasına ve dolayısıyla kullanım sırasında ilacın zarar vermesine yol açabilir.

Tutarlılıktan kasıt sadece tercih zinciri geçişlerindeki mantıklılık değil (A'nın B'ye, B'nin de C'ye tercih edilmesi durumunda A'nın C'ye de tercih

edilmesi durumu) aynı zamanda bu tercihlerin yoğunluklarına ilişkin sayısal tutarlılıktır. Diğer bir deyişle, A'nın B'ye iki kez fazla tercih edildiği, B'nin de C'ye üç kez fazla tercih edildiği durumda sayısal tutarlılığın olması için A'nın C'ye altı kez fazla tercih ediliyor olması gereklidir.

AHP yöntemi, seçeneklerin karşılaştırılmasında tutarsız olup olunmadığı ile değil, incelenen problemde tutarlılık varsayımından sayısal olarak sapma derecesi ile ilgilenir ve buna ilişkin de tutarlılık indeksi kullanılır.

Bir A matrisinin tutarlı olması için gerekli ve yeterli şartın A'nın en büyük özdeğerinin n'e eşitlenmesi olduğu matematiksel olarak ifade edilebilir. Diğer bir deyişle, en büyük özdeğer λ_{\max} olarak ifade edildiğinde, A matrisinin tutarlı olması için $\lambda_{\max}=n$ olmalıdır (Evren ve Ülengin 1992).

Tutarlı bir A matrisinde $\lambda_{\max}=n$ şartının sağlanması gerekliliği en basit haliyle şu şekilde açıklanabilir:

Yukarıda ifadesi verilmiş olan A matrisinin tüm satırları, matrisin birinci satırının sabit bir katına karşılık gelmektedir. Dolayısıyla matris bağımlıdır ve matrisin özdeğerlerinden biri hariç hepsi sıfırdır. Yine özdeğerlerin tanımı gereği, bir matrisin özdeğerlerinin toplamı o matrisin köşegeni üzerindeki elemanların toplamına eşittir. A matrisinin köşegeni üzerindeki eleman sayısı n olduğundan, tutarlı bir A matrisinin en büyük özdeğerinin n'e eşit olacağı görülmektedir.

Fakat gerçek hayatta bu ilişki her zaman tam olarak sağlanamaz. Bunun sebeplerinden biri matematiksel açıdan fiziksel ölçümlerin bile ölçümcüden, ortamdaki veya ölçüm aletinden kaynaklanacak değişkenlikler sebebiyle tam olarak doğru olmaması, ikincisi ise insan yargılarındaki yanlılıklardır.

İdeal olan, a_{ij} değeri ile w_i/w_j değerinin birbirine tam olarak eşitlendiği durumda

$(w_i / w_1) \times w_1 = w_i, (w_i / w_2) \times w_2 = w_i, \dots, (w_i / w_j) \times w_j = w_i$ şeklinde eşitlikler elde edilebilecektir. Oysa gerçekte söz konusu değerler tam olarak w_i 'ye eşit değil, onun civarındadır. Bu nedenle, w_i 'nin bu değerlerin ortalamasına eşitlenmesini beklemek daha mantıklı olacaktır. Dolayısıyla $w_i / w_j = a_{ij}$ ideal durumu yerine daha genel bir durumu yansıtan $w_i = \text{ort}(a_{i1}w_1, a_{i2}w_2, \dots, a_{in}w_n)$ kullanılması daha gerçekçi olur. Ortalamanın tanımından hareketle:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad i=1,2,\dots,n$$

ifadesi çıkarılabilir. Fakat bu ifade, kişisel yargı a_{ij} veri iken, öğelerin tek tek görelî ağırlıklarını (w_i) bulmak için yeterli değildir.

a_{ij} 'nin iyi tahmin edilmesi halinde, söz konusu değer gerçekten w_i/w_j 'ye yakın bir değer olacaktır. a_{ij} 'nin ideal durumdan sapma göstermesi halinde

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j$$

ifadesinin de bu sapmaya uyum sağlayabilmesi; diğer bir deyişle a_{ij} 'deki idealden farklı olan duruma uygun şekilde w_i ve w_j 'nin değişebilmesi için n 'in de değişmesi gerekir. İşte bu nedenle n yerine en büyük özdeğer λ_{max} kullanılır. Böylece ideal tutarlılık durumundan sapma halinde λ_{max} n 'e yakın, ideal durumda ise yukarıda da belirtildiği gibi n 'e eşit olacaktır. Bu durumda ifade,

$$w_i = \frac{1}{\lambda_{max}} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad i=1,\dots,n$$

şekline dönüşecektir. Böyle bir ifade kullanarak A 'nın tutarsız değerler olması olasılığı göz önünde tutulmuş olur. Ama yine $a_{ji}=1/a_{ij}$ ifadesi geçerli olacaktır.

Sonuç olarak yukarıda bulunan ifade genelleştirildiğinde, A ikili karşılaştırmalar matrisi olmak üzere:

$Aw = \lambda_{max} w$ ifadesi elde edilir. Görüldüğü gibi yapılması gereken A matrisinden hareketle görelî önemleri yansıtan w vektörünü, $Aw = \lambda_{max} w$ ifadesini gerçekleştirecek şekilde bulmaktır (Evren ve Ülengin 1992).

Tutarlılık durumunda $\lambda_{max} = n$ olduğuna göre, söz konusu eşitlikten sapma derecesini gösterecek bir tutarlılık göstergesi $(\lambda_{max} - n)/(n - 1)$ olarak ifade edilebilir. Bu gösterge aynı büyüklükte fakat elemanları tamamen tesadüfi olarak seçilmiş çok sayıda matristen hareketle elde edilmiş ortalama gösterge değeri ile karşılaştırılır. Eğer iki göstergenin birbirlerine oranı (tutarlılık oranı) yeterince küçük ise w görelî önem vektörünün tahmin değerleri kabul edilir. Aksi halde, tutarlılık düzeyi artırılmaya çalışılır. Genel olarak tutarlılık oranının %10 veya daha düşük olması yeterli olarak görülür (Evren ve Ülengin 1992).

Tutarsızlık hesaplaması, yapılan kıyaslamaların tutarlılığını artırmak için gereken bir ayar olarak düşünülebilir. Bunun için de 0-1 ölçeğinde %10 değeri bu tolerans için yeterlidir. %1 veya %0,1 gibi değerler tutarsızlığın etkisini neredeyse tamamen göz ardı ettikleri için çok küçüktür (Saaty 1994).

İkili Karşılaştırmalarda Ölçek Belirleme: Faaliyetleri veya faktörleri birbirleri ile kıyaslarken kullanılan baskınlık tanımlamaları beş şiddet grubu ile ifade edilebilir: eşit önem, orta derece önem, kuvvetli düzeyde önem, çok kuvvetli düzeyde önem ve aşırı düzeyde önem. Bu beş grup hassasiyetinin kıyaslama yapmak için yeterli olmadığı durumlarda şiddet grubu sayısı dokuza çıkarılabilir: eşit, zayıf, orta, orta düzeyden biraz fazla, kuvvetli, kuvvetli düzeyden biraz fazla, çok kuvvetli, çok çok kuvvetli, aşırı düzey. Bu düzeylerin tanımlaması Çizelge 3.3 üzerinde de görülmektedir. (Saaty 1994)

Çizelge 3.3. AHP Yönteminde Kıyaslama Ölçeği

Önemin Şiddeti	Tanım	Açıklama
1	eşit önem	İki faaliyetin hedefe etkileri eşittir.
2	zayıf önem	
3	orta önem	Deneyim ve yargı bir faaliyetin diğerine göre daha baskın olduğunu göstermiştir.
4	ortadan biraz fazla önem	
5	kuvvetli önem	Deneyim ve yargı bir faaliyetin diğerine göre kuvvetli düzeyde baskın olduğunu göstermiştir.
6	kuvvetli düzeyden biraz fazla önem	
7	çok kuvvetli önem	Bir faaliyet diğerine göre çok kuvvetli düzeyde baskındır; bu baskınlık uygulamada da açıkça görülmektedir.
8	çok çok kuvvetli önem	
9	aşırı önem	Bir faaliyetin diğerine baskınlık derecesi en üst düzeydedir, buna ilişkin kanıtlar da çok güvenilirdir.

Burada önerilen 9 seviyeli ölçeğin etkinliği AHP yönteminin yaratıcısı T. Saaty tarafından hem çeşitli kişilere yapılan çok sayıdaki uygulama, hem de başka ölçeklerle teorik karşılaştırmalar sonucu saptanmıştır.

AHP Yönteminin Uygulanması: “Görelî ölçüm” dendiğinde ilk akla gelen herhangi bir şeyin gerçek değerini hesaplamaktır. Örneğin, metre veya benzeri bir ölçekte görelî uzunlukları elde etmek için gerçek uzunlukları birbirine oranlamak buna örnek olarak verilebilir. AHP yönteminin yaratıcısı Thomas Saaty’e göre “görelî ölçüm”ün tanımı farklıdır. Çünkü elde her zaman gerçek ölçüm değerlerini öğrenmeye yarayacak ölçekler olmayabilir, ölçmek istenen kriterler buna elverişli olmayabilir. Böyle bir durumda, karşılaştırmalar yapılmalı ve görelî ölçümleri bu karşılaştırmalardan elde edilmelidir (Saaty 1994).

Karşılaştırmalar, AHP yönteminin hiyerarşik yapısında aynı hiyerarşi seviyesinde olan faktörler veya faaliyetler arasında yapılır.

Karar verici, problemi kriterler, alt kriterler ve alternatifler olarak modelledikten sonra hiyerarşinin her bir seviyesindeki alternatifleri ikili karşılaştırma matrisleri ile değerlendirir ve bu matrisleri değerlendirirken kriterlerin görelî ağırlıklarını temsil eden öncelik vektörünü oluşturmak için özvektör yöntemini kullanır. Hiyerarşinin değişik seviyelerindeki ağırlıklar daha sonra her alternatifin son ağırlığını bulmak üzere kullanır (Chandran ve ark. 2005).

AHP Yönteminde Hiyerarşik Seviyelerin Belirlenmesi: Analitik Hiyerarşi Prosesi yönteminin dayandığı teori, gerçekte insanoğlunun hiçbir şekilde kendisine öğretilmemiş olmasına karşın tamamen içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasını yansıtır. İnsanlar, çok sayıda ve birbirleri ile ilişkili öğeler seti ile karşılaşır, bunların ancak bir kısmını kontrol altında tutabileceklerini anladıklarında çoğunlukla içgüdüsel olarak söz konusu öğeleri, belirli bir takım özelliklere sahip olup olmamalarına bağlı olarak gruplar halinde birleştirmeye çalışırlar. AHP yönteminin gerçekleştirmeyi amaçladığı da, insanoğlunda doğuştan varolan bu gruplara ayırmaya yönelik beyinsel faaliyet sürecini taklit edip, söz konusu grupları sistemin belli bir düzeyinin öğeleri olarak yansıtmaktır.

Bu gruplar, daha sonra bir başka özellikler kümesine göre yine kendi aralarında gruplandırılıp sistemin bir üst düzeyini oluştururlar ve bu süreç sistemin en üst düzeyine, yani karar verme sürecinin ana gayesini oluşturan öğeye ulaşana dek devam eder (Evren ve Ülengin 1992).

Diğer bir deyişle, sürecin ilk adımı karar verme probleminin olabildiğince ayrıntılı olarak ortaya konması ve daha sonra hiyerarşi olarak adlandırılan ve her biri bir dizi öğeden meydana gelen katmanlar halinde incelenmesidir.

Bundan sonra yapılacak işlem, en alt hiyerarşi seviyesindeki öğelerin, en üst düzeyde bulunan ana amacı ortaya koyan öğe üzerindeki görelî etkilerinin saptanmasıdır. Bunun belirlenmesi ise, AHP yönteminde yapılan ikili karşılaştırmalara ve görelî ağırlıkların bulunmasına dayanır. Bunu yaparken önce seçeneklerin alt amaçları gerçekleştirmedeki görelî ağırlıkları, alt amaçların da daha üst düzey amaçları gerçekleştirmedeki görelî ağırlıkları saptanmalıdır. Ancak bu şekilde seçeneklerin en üst düzeydeki amaca hizmet etmedeki görelî etkinliklerini yansıtabilecek sayısal tartı değerler saptanıp, bu değerler kaynakları tahsis etme sırasında kullanılabilir (Evren ve Ülengin 1992).

Gerçekçi sonuçlar alınabilmesi için model, genelde kullanılan modellerin aksine sadece nicel değil, nitel öğelerin de dikkate alınmasını olanaklı hale getirmiştir. Ayrıca, gerçek yaşamda olduğu gibi grup halinde karar vermede görülen düşünce ayrılıkları ve çatışmaların da dikkate alınabilmesini sağlamaktadır.

AHP Yönteminde Bileşik Görelî Önemler Vektörünün Bulunması ve Karar Verme: Bileşik görelî önemler vektörünün oluşturulması AHP yönteminin son aşamasıdır. Bileşik görelî önemler vektörü, alt kriterlerin her kriterine göre önemlerinin bir matris halinde yazılması; aynı matrise kriterlere ait önem değerlerinin de yazılması ile ve sonuçta matrisin her sütununun karşılık gelen kriterin görelî önem değeri ile çarpılması sonucu oluşur.

AHP Yöntemi ile Yapılan Geçmiş Çalışmalar: Thomas Saaty tarafından 1970'lerin sonlarında geliştirilmiş olan ve faktörlerin hiyerarşik bir yapı içerisinde sıralandıkları bir çok kriterli karar verme yaklaşımı olan Analitik Hiyerarşi

Prosesi (AHP) yönteminin çok geniş bir uygulama alanı vardır. Bu yöntem, karar analizi yöntemlerinden hayata en çok uyarlanıp başarılı sonuçlar vermiş olanıdır. (Yazgaç 1995)

Bazı uygulama alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Yazgaç 1995, Evren ve Ülengin 1992):

- portföy seçimi,
- teknoloji transferi gibi teknolojik problemler,
- eğitim,
- hastane gereksinimlerinin belirlenmesi,
- organ nakli,
- ulaşım,
- bütçeleme,
- tesis yeri seçimi,
- ürün tasarımı,
- mimarlık,
- veri taban seçimi,
- çatışma ve karşılıklı pazarlık gerektiren politik kararlar,
- strateji ve politika belirleme.

Chandran ve ark. (2005), AHP yöntemindeki ikili karşılaştırmalar bölümünde ağırlıkları tahmin etmek için LINDO programı ile iki aşamalı bir doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Model, pek çok örnek üzerinde denenmiş ve sonuçta literatürde sıkça kullanılan özvektör ve logaritmik en küçük kareler yöntemleri ile hemen hemen aynı sonuçları verdiği gözlemlenmiştir. Çalışmanın geleneksel yöntemlere göre avantajları basitliği, anlaşılabilirliği, hassaslığı yani verilerdeki değişimlere duyarlılığı sayesinde kullanıcıya farklı şartların sonuçlarını kolaylıkla görme fırsatı tanıması, görelî üstünlükler için net sayılar değil tahmin aralıkları önermesi fakat bununla birlikte modelin net sayıların kullanımına da elverişli olması, grup çalışması verilerini kullanmaya olanak tanımasıdır.

Bu çalışmada da Chandran'in çalışmasına benzer şekilde AHP ağırlıklarının tayini için doğrusal programlama kullanılacaktır.

Malladi ve Min (2005),internet teknolojisindeki gelişmeler sonucunda, insanların daha hızlı internet bağlantısı taleplerinin doğması sonucu, kalite, fiyat ve hız kriterleri göz önüne alınarak farklı alternatifler arasından en hızlı internet teknolojisini seçme üzerine geliştirdiği AHP yönteminde; AHP ile önceliklendirme ağırlıkları belirlendikten sonra, optimal teknoloji seçimini fiyat kısıtları da göz önünde bulundurularak bir karışık tamsayı programlama ile yapmıştır. AHP ile belirlenen ağırlıklar modelde amaç fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Yapılan çalışma topluluk yapılarının ve kısıtların değişik ve daha geniş versiyonları için geliştirilmeye uygundur.

Benzer şekilde Douligeris ve Pereira (1994), AHP yöntemini telekomünikasyon ağı satıcılarının ve çeşitli teknolojilerin seçimi için kullanmıştır. Tam ve Tummala (2001) AHP yöntemini telekomünikasyon satıcıları ve sistemlerinin kombine seçimi için kullanmıştır. Pek çok çalışma, AHP yöntemi ile belirlediği ağırlıkları matematiksel programlamada amaç fonksiyonu olarak kullanmışlardır (Sylla ve Wen, 2002; Kim vd., 1999; Son ve Min,1998) Malladi ve Min'in bu çalışması ise önceki çalışmalarda değerlendirilmeyen DSL, modem ve kablosuz internet erişimleri arasında seçim üzerine AHP yöntemini geliştirmişlerdir.

Scholl ve ark. (2005), yöntemlerini çok özellikli tasarım problemleri (MADP-multi attribute design problem) (örn. ürün tasarımı) üzerinde kullanılmak üzere geliştirmiştir. Çalışmada çok değişkenli/özellikli bir üniversite tasarımı problemi için alternatifler arasından seçim yapmada AHP ve CA (conjoint analysis-ortak analiz) yöntemleri kullanılmış ve kıyaslanmıştır. Çalışmanın uygulaması 300'den fazla katılımcının fikirleri ile yapılmış ve sonuçta her iki modelin de kullanışlı olduğu fakat kıyaslamaların yapıldığı problemlerde AHPnin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Motivasyon ve uygulanabilirlik açısından anketör kitle AHPyi seçmiş fakat CA'yı daha gerçekçi bulmuştur.

Mahdi ve Alreshaid (2005), AHP yöntemini karar vericilere projeleri için öncelikli teslim metodu seçiminde rehberlik etmesi için önermiş; dört tip (DBB [design bid build, tasarım teklifi tabanlı], DB [design build, tasarım tabanlı], CMR [construction management at risk, riskli konstrüksiyon yönetimi], CMA [construction management agency, konstrüksiyon yönetimi]) teslim yöntemi

arasından seçim yapmak için 7 ana kriter (proje sahibi özellikleri, tasarım özellikleri, proje özellikleri, düzenleyici özellikler, anlaşma yapılan kişi(ler)nin özellikleri, risk, hatalar, tartışmalar) ve bunlarla ilişkili 32 alt kriter belirlenerek AHP yöntemi uygulanmış ve sonuçta DB yöntemi diğerlerine üstün olarak seçilmiştir. DB yöntemini sırasıyla CMA, DBB ve CMR yöntemleri takip etmektedir. DB yöntemi, proje tasarım aşamasında esnekliği sağlaması, tasarım ve konstrüksiyon aşamalarını birbirinden ayırarak proje süresini kısaltması, risk yönetiminde daha güçlü olması sebebiyle hataları ve aksaklıkları azaltması yönünden avantajlıdır.

Tolga ve ark. (2005), IT sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olan işletme sistemi (OS, operating system) seçimi için bir yöntem tasarlamıştır. Geleneksel mühendislik ekonomik modelleri OS lerin stratejik faydalarını göz önüne almadıklarından bu yöntem geliştirilmiştir. Böyle bir problemde karar vericiler ekonomik ve ekonomik olmayan (performansla ilgili) faktörleri bir arada değerlendirmek durumunda olduklarından, bu çalışmalarında önerilen karar verme sistemi her iki tip faktörü de ele almaktadır. Karar verme sürecinin ekonomik bölümü Bulanık Değişim Analizi (Fuzzy Replacement Analysis) ile geliştirilmiş ve ekonomik olmayan faktörler ile finansal göstergeler bir Bulanık AHP (Fuzzy AHP) yaklaşımı ile kombine edilmiştir. Gelecekteki para akışları ile ilgili şu anda yetersiz bilgi olduğundan ve AHP yönteminin uygulaması insan beyninin düşünme sistemini birebir yansıtamadığından, bulanık kümeler teorisi (fuzzy sets theory) AHP ve değişim analizi yöntemlerinin her ikisine de uygulanmış ve ayrıca gerçek bir sayısal uygulama yapılmıştır. Çalışmanın pratik ve teorik kısımları göstermektedir ki, bulanık AHP ve bulanık değişim analizi yatırımla ilgili karar verme problemlerindeki belirsizlik durumları için uygun uygulamalardır. Geleneksel AHP insanın düşünme yapısını birebir temsil edemez, bu sebeple hiyerarşik bulanık problemlerin çözümü için bulanık AHP uygundur.

Li ve Ma (in press), çalışmalarında ikili karşılaştırmalar matrisinde ordinal ve kardinal tutarsızlıkları olan bir AHP modelinde, alternatifleri sıralayabilmek için karar vericiye tutarsızlıkları bulmak ve ayarlamak için yardımcı olacak bir iteratif metod önermektedirler. AHP de alternatifleri sıralamak için pek çok

yöntem geliştirilmiştir. Eğer matriste tutarsızlıklar varsa, kullanılan her yönteme göre sıralama şekli de değişecektir. Bu çalışma, karar vericiye tutarlı kararlar vermede yardımcı olduğundan önemlidir.

Burada bahsedilen ordinal (sıralı) tutarsızlık ve kardinal (ana) tutarsızlık kısaca şudur: $R = (r_{i,j}), i, j \in \{1, \dots, n\}$ n*n'lik ikili karşılaştırma matrisi olmak üzere; $r_{j,i} = 1/r_{i,j}$ farzedilir. Eğer bazı $i, j, k \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$ var, öyle ki $r_{i,j} \geq 1, r_{j,k} \geq 1$ ama $r_{i,k} < 1$ ise bu sıralı tutarsızlıktır. Eğer bazı $i, j, k \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$ için $r_{i,k} \neq r_{i,j} \cdot r_{j,k}$ ise R matrisinde ana tutarsızlık vardır.

Ngai ve Chan (2005) yazılım pazarındaki bilgi yönetimi (knowledge management) araçlarının analiz edilmesi ve kıyaslanması için bir çok kriterli yaklaşım tanımlamışlardır. Kullanımı açısından yöntem son derece basittir ve Hong Kong'taki bir işletmede uygun bilgi yönetimi aracı seçiminde karar vericilere rehber olması amacıyla kullanılmıştır. Bilgi yönetimi sistemleri, bilginin bir organizasyonda tüm departmanlara dağıtımını mümkün kılar. Yapılan araştırmalar göstermektedir ki, bilgi yönetimi stratejilerine işletmelerinde yer veren organizasyonların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Genel olarak bilgi yönetimi sistemleri, bir organizasyonel bilgi sistemi olarak işletmedeki bir veya daha fazla problemi çözmek için pek çok ilişkili bilgi prosesini entegre eder. Yazılım pazarında bilgi yönetimini destekleyen pek çok yazılım bulunmasına rağmen, bilgi yönetimi araçlarının seçimi ve değerlendirilmesinde yardımcı olacak bir yöntem henüz yoktur. Ngai ve Chan (2005) çalışmalarında, bu seçim ve değerlendirmeyi AHP ile yapmaktadır. Uygulamanın yapıldığı Hong Kong'taki şirket için aday yazılımlardan biri seçilmiş ve pilot uygulamanın başarılı olması sonucu yazılımın tamamı işletmeye entegre edilmiştir. Çalışma bilgi yönetimi yazılımı satın alacak olan işletmeler için hazır bir değerlendirme yöntemi sunmaktadır.

Salmeron ve Herrero (2005), bilgisayar tabanlı bilgi sistemleri için hem akademisyenler hem de uygulayıcılar açısından kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi en önemli konulardan biri olmasına rağmen, literatürde konuyla ilgili olarak yer alan çalışmaların çoğunda teknik bir temel bulunmamasından yola çıkarak, kritik başarı faktörlerinin önceliklerini belirlemek için bir çok değişkenli karar verme metodu olan AHP yöntemini kullanmışlardır. AHP

kıyaslama verileri 18 lider işletmeden seçilen katılımcılardan elde edilmiş ve sonuçlar, AHP uygulamasının konusunda uzman kişilerin her kriter için bir ağırlık atamasından daha etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ayrıca uygulayıcılar, faktörleri ikili karşılaştırmanın, ağırlık atamak için daha kolay ve daha etkin bir yöntem olduğunu düşünmektedirler. Sonuçlar göstermektedir ki, teknik bileşenler bilgi ve insan faktörlerine göre daha az öneme sahipken; kullanıcıların bilgi gereksinimlerinin bilinmesi yönetim bilgi sistemlerinin en kritik başarı faktörüdür.

Beynon (2005), çok kriterli karar vermede grup karar verme çalışması söz konusu olduğunda, karar verme çalışmasına katılan grup üyelerinin her birinin fikirleri eşit derecede önemli olmama ihtimalinden yola çıkarak, grup karar verme çalışmasına katılan her bir grup üyesinin fikirlerine bir önem derecesi atamaktadır. Çalışmalarının uygulamasını, bir kurs kitabı seçimi ile ilgili gerçek bir problem üzerine yapmışlardır.

Çalışmalarında, katılımcıların değerleri birbirine eşit olmayan fikirleri DS/AHP (Dempster-Shafer/Analytic Hierarchy Process) yönteminde kullanılmıştır. DS/AHP; AHP yöntemine benzeyen, analitik proseslerinin temeli Dempster-Shafer teorisine dayanan bir yöntemdir. Bu yöntemle karar vericiler, farklı kriterler için zayıf, kısmi ön-sıralamalar yapabilirler. Bu yöntem, karar vericilerden elde edilebilecek tek bilgi bu olduğu zaman önemlidir.

3.1.4.2. Kalite Fonksiyonları Yayılımı (QFD)

Kalite fonksiyonları yayılımı (Quality Function Deployment - QFD) müşteri beklentilerini ilgili tasarım ve üretim gereksinimlerine çeviren, iyi bilinen bir planlama metodudur. QFD uygulamanın amacı müşterinin sesini yeni bir ürünün veya mevcut bir ürünün yeni versiyonunun geliştirme döngüsünün çeşitli safhalarında tasarımla birleştirmektir (Büyüközkan ve Feyzioğlu 2005).

Burada amaç, müşterinin sesini yansıtırken minimum kaybı ve çarpıtmayı sağlamaktır. QFD bunu, bir matrisler serisi kullanarak başarır. QFD bir takım çalışmasıdır. Fakat bilgisayara uyarlanan pek çok QFD sistemi, katılımcılara ulaşma probleminden dolayı kısıtlı takım çalışmasıyla yürütülmek durumunda

kalır. Son yıllarda internet üzerinden QFD çalışmasını gerçekleştirmek üzere yapılar önerilmektedir. (Huang ve Mak 2002)

Yöntemi uygulamak için ilk aşamada müşteri beklentilerinin ve bunları karşılayabilmek için gerekli şartların sıralanması gerekir. QFD, pek çok işletmede ürün tasarım maliyetlerini ve geliştirme süresini düşürerek fayda sağlamıştır. (Vairaktarakis 1999)

QFD ilk olarak 1972'de Mitsubishi Ağır Endüstri Ltd'de tanıtılmıştır. Kavram, daha sonra Toyota Motor İşletmesinin ve tedarikçilerinin bir uygulaması ve Japon Kalite Kontrol Cemiyeti'nin Kalite Fonksiyonları Yayılımı Araştırma Komitesinin kapsamlı araştırması ile gelişmiştir. General Motors ve Ford Motor Co. gibi büyük otomobil işletmeleri ve 3M, Hewlett-Packard ve Texas Instruments gibi üretim işletmeleri QFD'yi 1980'lerin başında Amerikan endüstrisine tanıtmışlardır. Yapılan çalışmalar 1991'de Amerika'da 100'den fazla işletmenin QFD'yi kullandığını tahmin etmektedir. İlk uygulamalarında, QFD'nin tasarım maliyetlerinde %60 ve tasarım süresinde %40 azalmayı sağladığı gözlemlenmiştir. QFD ilk olarak üretim işletmelerinde üretim geliştirme amacıyla tasarlanmış ve uygulanmış olsa da, QFD araştırmacıları bu yapının havaalanları, oteller ve tesisler gibi hizmet işletmelerinde de kullanabileceği konusunda görüş birliğine varmışlardır. (Jeong ve Oh 1998)

QFD'yi tanımlamak, kapsamlı ve detaylı yapısından dolayı kolay değildir. Literatürde QFD basitçe "müşterinin beklentilerini matrisler ve diğer nitel ve nicel teknikler kullanarak tanımlanabilir ve ölçülebilir ürün ve proses parametrelerine haritalayan bir sistematik yaklaşım" olarak tanımlanır. (Jeong ve Oh 1998)

QFD, toplam kalite yönetimi (total quality management – TQM) prosesinin anahtar tekniklerinden biri olarak düşünülebilir. TQM işletmenin hedefleri doğrultusunda girdi-çıkı etkinliğinin sürekli iyileştirilmesine odaklanırken QFD, TQM felsefesinin yeni ürün geliştirmedeki uygulaması olarak düşünülebilir. (Jeong ve Oh 1998)

Müşteri talep ve beklentilerini kalite karakteristiklerine dönüştürmede, kalite tablosu araç olarak kullanılır. Tablonun matris yapısı ve görselliği dönüştürme prosesinin disiplinini ve rehberliğini sağlar. Birbirini takip eden matrislerle dönüştürülmüş kalite karakteristikleri üretim operatörlerine iletilir. Bu

yaklaşım “kalite yayılımı” olarak bilinir. Toyota, tepesinde çatısı olan kalite tablosunu geliştirmiş ve daha sonra “kalite evi” terimini kullanmaya başlamıştır. Günümüzde pek çok işletme, kalite evini sadece ürün veya hizmet tasarlarken değil, stratejik planlarını oluştururken de kullanmaktadır. QFD, kullanım alanı oldukça genişletilebilir, esnek bir kalite aracıdır ve sadece tasarımda kullanılan bir yöntem olarak kabul etmemek gerekir. (Revelle ve ark. 1998)

QFD Modelinin Gözden Geçirilmesi: Tipik bir kalite evinde şu bileşenler veya kavramlar bulunur (Chan ve Wu 2005):

- Müşteriler: İlk aşamada söz konusu ürün veya hizmetin müşterilerinin kimler olduğu tanımlanmalıdır.
- Müşteri ihtiyaçları (NEler): Bunlar, söz konusu ürünle ilgili müşteri ihtiyaçlarının müşteri dilindeki ifadeleridir.
- Müşteri ihtiyaçlarının yapılandırılması: Eğer çok fazla müşteri ihtiyacı var ise, bunları anlamlı hiyerarşilerle veya kategorilerle gruplandırmak kolay anlaşılabilirlik ve analiz için gereklidir.
- Müşteri ihtiyaçlarının korelasyon matrisi: Bu matris, tecrübeye dayalı kıyaslamalar sonucunda elde edilen; her müşteri ihtiyacı çifti (NEler) arasındaki korelasyonu içerir. Bu bilgi müşterilerden elde edilir ve genellikle, çok fazla ikili kıyaslama gerektiği için elde etmesi zordur. Korelasyon genellikle aşağıda Şekil 3.3. üzerinde görülen 5 puanlık ölçekle ifade edilir.

kuvvetli negatif	orta negatif	korelasyon yok	orta pozitif	kuvvetli pozitif
1	2	3	4	5

Şekil 3.3. Müşteri İhtiyaçları Korelasyon Ölçek Değerleri

- Müşteri ihtiyaçlarının göreceli önemleri: Müşteriler tarafından belirlenen ihtiyaçların göreceli önemleri genellikle Şekil 3.4. üzerinde görülen 5 puanlık ölçekle değerlendirilir.

çok düşük	düşük	orta önem	yüksek	çok yüksek
1	2	3	4	5

Şekil 3.4. Müşteri İhtiyaçları Görelî Önem Ölçek Değerleri

Aşağıda Şekil 3.5. üzerinde görülen, sağa doğru daha fazla artış gösteren bir diğer ölçek de Japonlar tarafından görelî önemleri belirtmek için kullanılır (Chan ve Wu 2005):

önem yok	düşük önem	orta önem	yüksek önem
0	1	3	9

Şekil 3.5. Müşteri İhtiyaçları Görelî Önem Alternatif Ölçek Değerleri

- Rakipler: Üretim işletmesi, söz konusu ürün için ilgili pazarlardaki ana rakipleri belirlemelidir.
- Müşteri rekabet değerlendirmesi: Müşteriler genellikle Şekil 3.6. üzerinde görülen 5 puanlık ölçeği kullanarak söz konusu ürünün ana rakiplerin benzer ürünleri karşısında görelî performansını değerlendirir.

çok zayıf	zayıf	nötr	iyi	çok iyi
1	2	3	4	5

Şekil 3.6. Müşteri Rekabet Değerlendirmesi Ölçeği

- Müşteri ihtiyaçları için hedefler: Üretim işletmesi QFD üzerinde müşteri ihtiyaçlarını temsil eden NEye müşteri ihtiyaçlarını daha çok tatmin etmek için performans hedefleri koyabilir. Bu hedefleri ölçerken kullanılacak ölçek Şekil 3.6. ile aynıdır.

- **Satış noktası:** Satış noktası işletmeye benzersiz bir iş pozisyonu verecek bir tür olasılıktır. “Güçlü” bir satış noktası, önemli NEler için kıyaslanan işletmeler zayıf şekilde puanlandırıldığı zaman mümkün olur. “Orta” satış noktası, önem derecelendirmesi veya rekabet fırsatının çok büyük olmadığını gösterir. Sayısal olarak 1.5, 1.25 ve 1 sırasıyla güçlü, orta satış noktasına ve satış noktasının olmadığı duruma atanır.
- **Müşteri ihtiyaçlarının son önem derecelendirmesi:** Her NE için son önem derecelendirmesi aşağıdaki formülle hesaplanır:
 Son önem derecelendirmesi=görelî önem x gelişim oranı x satış noktası
 Gelişim oranı hedef performans seviyesinin mevcut performans seviyesine bölünmesiyle elde edilir.
- **Teknik ölçümler (NASILlar):** Bunlar müşteri ihtiyaçlarını temsil eden ve onları ölçen tasarım özellikleri, önemli kalite karakteristikleri, mühendislik özellikleri veya metodlarıdır.
- **NASILların korelasyon matrisi:** Bu matris üretim işletmesine hangi NElerde korelasyon olduğunu ve bu korelasyonun şiddetini analiz etmeye yarar. Mühendislik analizleri ve deneyim yoluyla elde edilir. NASILlar arasındaki korelasyonun ölçüğü Şekil 3.3. ile aynıdır.
- **NEler ve NASILların ilişki matrisi:** Bu matris her NE ve her NASIL arasındaki ilişki seviyesini tanımlamaya yarayacak sistematik bir yöntemdir. Genellikle bu ilişkiler Şekil 3.7. üzerindeki ölçekle ölçülür.

ilîşki yok	zayıf ilişki	orta ilişki	güçlü ilişki
0	1	3	9

Şekil 3.7. NE ve NASIL İlişkilerini Belirleme Ölçeği

- **NASILların yönünü geliştirme:** Müşteri ihtiyaçlarını daha iyi tatmin etmek için her NASILın hangi yönde geliştirilebileceğini tanımlamak yararlı olacaktır. Temel olarak 3 tip geliştirme yönü vardır: maksimize etme

(veya artırma), minimize etme (veya azaltma) ve hedefle buluşturma (veya kılavuzlar, standartlar)

- Teknik rekabet değerlendirmesi: Her NE için üretim işletmesinin ürününün ve ana rakiplerinin benzer ürünlerinin performansının teknik değerlendirmesidir.
- NASILların hedefi: Üretim işletmesi teknik olarak daha rekabetçi olabilmek için her NASIL için hedef koyabilir.
- Olasılık faktörleri: Mühendislik ve maliyet analizleri ile belirlenen hedefi gerçekleştirmede her NASIL için bir olasılık faktörü vardır. Şekil 3.8. üzerinde görülen ölçek bu olasılıkların ölçümü için yaygın olarak kullanılır.

çok düşük	düşük	orta olasılık	yüksek	çok yüksek
1	2	3	4	5

Şekil 3.8. Olasılık Faktörü Değerlendirme Ölçeği

- NASILların önem dereceleri: Bu, QFD prosesinin ana çıktısıdır. NASILların önem dereceleri genellikle aşağıdaki basit formülle hesaplanır ve toplama işlemi tüm NEleri içerecek şekilde yapılır:

Bir NASILın önem derecesi= Σ (NEnin son önem derecelendirmesi x NE ve NASIL arasındaki ilişki değeri)

QFD Sürecinin Adımları: Uygulamada bir önceki bölümde değinilen tüm QFD elemanlarını kullanmak zor ve bazen de gereksizdir. Gerçekte değişik kullanıcılar yukarıdaki listeden değişik bileşenleri içeren QFD yapılarını kullanırlar. En basit ve en yaygın kullanılan QFD modelinde sadece müşteri ihtiyaçları (NEler) ve görelî önemleri, teknik ölçümler (NASILlar) ve bunların NElerle ilişkileri ve NASILların önem derecelendirmesi bulunur.

Bu bölümde, bir QFD modelinin 9 aşamada nasıl oluşturulabileceği kısaca özetlenecektir (Chan ve Wu 2005):

		Aşama 5 Teknik Ölçümleri (NASILlar) Oluşturma		
Aşama 1 Müşterileri Tanımlama ve Müşteri İhtiyaçlarını (NEler) Öğrenme	Aşama 2 NElerin Görelî Önem Derecelerini Tanımlama	Aşama 6 NEler ve NASILlar Arasındaki İlişkileri Tanımlama	Aşama 3 Rakipleri Tanımlama, Müşteri Rekabet Analizini Gerçekleştirme ve NEler için Müşteri Performans Hedeflerini Belirleme	Aşama 4 NElerin Son Önem Derecelerini Tanımlama
		Aşama 7 NASILların İlk Teknik Derecelendirmesini Yapma		
		Aşama 8 Teknik Rekabet Analizini Yapma ve NASILların Teknik Performans Hedeflerini		
		Aşama 9 NASILların Son Teknik Derecelendirmesini Tanımlama		

Şekil 3.9. Dokuz Aşamalı QFD Modeli

Aşama 1: Müşterileri ve ihtiyaçlarını tanımlama (NEler): Üretim işletmesi söz konusu ürün için müşterinin kim olduğunu bilmelidir. Müşteri ihtiyaçları bilinmediği durumda, müşterinin nasıl tatmin edileceği bilinemez ve iş başarısı da sağlanamaz. K müşterinin seçildiği ve bu K adet müşterinin görüşlerine göre M adet müşteri ihtiyacının belirlendiği durumda, M adet müşteri ihtiyacı w_1, \dots, w_M pratik uygulamaya göre çeşitli anlamlı kategorilere bölünebilir.

Aşama 2: Müşteri ihtiyaçlarının görelî önem derecelerini belirleme: Her müşteri ihtiyacı aynı öneme sahip değildir ve işletme, en önemlilerine odaklanmak durumundadır. w_m müşteri ihtiyacının önem derecesi g_{mk} ile ifade edildiğinde, müşteri ihtiyacının önem derecesi aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir:

$$g_m = (g_{m1} + g_{m2} + \dots + g_{mk}) / K = \sum_{k=1}^K g_{mk} / K, \quad m = 1, 2, \dots, M.$$

Aşama 3: Rakipleri belirleme ve rekabet analizi yapma: Söz konusu işletmenin C_1 ile ifade edildiği durumda C_2, \dots, C_L ile gösterilebilecek L-1 adet rakip işletme olacaktır. K adet müşteri tüm bu işletmelerin rekabet analizini M adet müşteri ihtiyacına göre yapabilir. C_l işletmesinin w_m müşteri ihtiyacında performans derecesi aşağıdaki gibi olacaktır:

$$x_{ml} = (x_{m/1} + x_{m/2} + \dots + x_{m/K}) / K = \sum_{k=1}^K x_{m/k} / K, m = 1, 2, \dots, M, l = 1, 2, \dots, L$$

Böylelikle, işletmelerin müşteri ihtiyaçları yönünden performans derecelendirmeleri $M \times L$ boyutlu bir matrisle ifade edilebilir:

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_L \\ W_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1L} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2L} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{M1} & x_{M2} & \dots & x_{ML} \end{bmatrix} & & & \\ W_2 & & & & \\ \dots & & & & \\ W_M & & & & \end{matrix} \quad M \times L$$

Bu X matrisi bilgisine bağlı olarak, C_l işletmesinin müşteri rekabet önceliği derecelendirmesi $e = (e_1, e_2, \dots, e_m)$ olarak e_m , C_l işletmesinin w_m müşteri ihtiyacında önceliği olmak üzere çıkarılabilir.

C_l işletmesinin rakiplerle kıyaslanan performansına göre her bir NE için performans hedefi konabilir, ki bunun genellikle mevcut performanstan yüksek olması beklenir. w_m müşteri ihtiyacına göre a_m performans hedefi konulduğunda, işletmenin bir hedef performans vektörü olacaktır: $a = (a_1, a_2, \dots, a_M)$. w_m için işletmenin gelişim oranı şu şekilde ifade edilebilir: $u_m = a_m / x_{ml}$. Gelişim oranının yüksek olduğu durumlar NEnin işletme için daha önemli olduğunu ve üzerinde çalışılması gerektiğini gösterir.

Aşama 4: Müşteri ihtiyaçlarının son önem derecelendirmesi: Göreli önemleri yüksek, rekabet öncelikleri ve gelişim oranları yüksek olan müşteri ihtiyaçları daha önemlidir. Buna göre w_m 'in son önem derecelendirmesi, göreli önem g_m , rekabet önceliği e_m ve gelişim oranı u_m 'ye göre ifade edilir:

$$f_m = u_m \cdot x_{g_m} \cdot e_m, m = 1, 2, \dots, M$$

Bu son derecelendirmesi en yüksek olan NEler işletme için en önemli olan ve potansiyel iş faydası olanlardır.

Aşama 5: Teknik ölçümleri yapma (NASILlar): İşletmenin uzmanları ve ürün geliştirme takımı müşteri ihtiyaçlarını ölçülebilir ve gerçekleştirilebilir teknik

ifadelere dönüştürürler. Sonuçta N adet teknik gereklilik ortaya çıkar: H_1, H_2, \dots, H_N .

Aşama 6: NASILlar ve NEler arasındaki ilişkiyi tanımlama: Bu aşama, uzmanlar tarafından dikkatlice gerçekleştirilmesi gereken çok önemli bir aşamadır. Her NASIL için “Her NEyi nasıl etkiler?” sorusu sorulmalıdır. Tüm bu ilişkiler bir matrisle ifade edilebilir. r_{mn} , H_n ile w_m arasındaki ilişki olmak üzere:

$$\mathbf{R} = \begin{matrix} & H_1 & H_2 & \dots & H_N \\ W_1 & \left[\begin{array}{cccc} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1N} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{M1} & r_{M2} & \dots & r_{MN} \end{array} \right] \\ W_2 & & & & \\ \dots & & & & \\ W_M & & & & \end{matrix} \quad .$$

Aşama 7: NASILların ilk derecelendirmesini yapma: NASILların ilk teknik derecelendirmesi iki faktöre göre belirlenir: NElerin son önem derecelendirmesi ve NE ve NASILlar arasındaki ilişkiler. Bir H_n için ilk teknik derecelendirme aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$t_n = f_1 x r_{1n} + f_2 x r_{2n} + \dots + f_M x r_{Mn} = \sum_{m=1}^M f_m x r_{mn}, \quad n = 1, 2, \dots, N.$$

Aşama 8: Teknik rekabet analizi: C_l işletmesinin ürününün H_n için teknik parametresi veya performans skoru y_{nl} ise, tüm işletmelerin ürünlerinin NASILlar için teknik kıyaslama matrisi aşağıdaki gibidir:

$$\mathbf{Y} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_L \\ H_1 & \left[\begin{array}{cccc} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1L} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2L} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{N1} & y_{N2} & \dots & y_{NL} \end{array} \right] \\ H_2 & & & & \\ \dots & & & & \\ H_N & & & & \end{matrix} \quad .$$

z_n işletmenin H_n için teknik rekabet önceliğini göstermek üzere bu derecelendirmeler z vektörü ile ifade edilebilir: $z = (z_1, z_2, \dots, z_N)$. Y matrisine göre işletme NASILlar için performans hedefleri de koyabilir.

Aşama 9: NASILların son teknik derecelendirmesi: İlk teknik derecelendirmesi (t_n), teknik rekabet önceliği (z_n) ve gelişim oranı (u_n) yüksek olan NASILlar işletme için pazar fırsatlarıdır. Son teknik derecelendirmede bu, tüm faktörleri bir formülde toplayarak hesaplanabilir:

$$s_n = u_n \cdot x t_n \cdot x z_n, \quad n = 1, 2, \dots, N.$$

Sonuçta NASILlar için bir son teknik derecelendirme vektörü elde edilir: $s = (s_1, s_2, \dots, s_N)$. Son teknik derecelendirmesi yüksek olan NASILlar işletmenin rekabetçi pazarda daha başarılı olması için öncelik verilmesi gereken faktörlerdir.

3.2. Yöntem

Bu çalışma, otomotivde tüm ana üretici firmalar tarafından dünya çapında kabul görmüş ISO/TS 16949:2002 teknik şartnamesinin gerekliliklerine bağlı kalan bir tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemi tasarlamaktadır.

Bir işletmenin ISO/TS 16949:2002'e uygun, doğru ve kaliteli üretim yapması, ancak tedarikçi firmalardan bu şartları sağlayan ürünlerin tedarik edilebilmesiyle mümkün olur. Tedarik zincirinin kusursuzluğu, tedarikçi firmalarda sürekli doğru ve iyi üretimle ve bunu destekleyen iyi kurulmuş, bilinçle uygulanan bir toplam kalite yönetimi sistemi ile mümkündür.

Dolayısıyla, işletmede ISO/TS 16949:2002'nin tam anlamıyla uygulanması, tedarikçi firmalarda da bu sistemin uygulatılmasıyla mümkündür. Zaten ISO/TS 16949:2002 işletmelere tedarikçilerinin ürünlerini denetlemenin yanında, kalite sistemlerini de denetlemelerini, izlemelerini ve geliştirmelerini şart koşar. Bu çalışma, bir açıdan da ISO/TS 16949:2002'nin bu gerekliliğine hizmet etmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen sistem, hem işletmenin iyi, kaliteli ürünler satın alabileceği, iyi bir kalite sistemine sahip tedarikçiyi adaylar arasından seçmeye

hem de mevcut tedarikçilerin sistemlerini geliştirmek adına onları periyodik olarak değerlendirmeye yarayacaktır. Geliştirilen sistem ISO/TS 16949:2002'in tüm gerekliliklerini kapsamaktadır; dolayısıyla değerlendirme sistemindeki gereklilikleri uygulayan her işletme de ISO/TS 16949:2002 gerekliliklerine tam uyum sağlıyor demektir.

Sistem, anlaşılabilirliği ve sektörde kullanıma hazır soru listesi ve hesaplama yöntemiyle literatürdeki boşluğu doldurmak amacıyla tasarlanmıştır.

3.2.1. Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Seçme ve değerlendirme sistemi, otomotiv endüstrisinde ana sanayi veya yan sanayi olarak faaliyet gösteren işletmelerin kendi kalite güvence sistemlerini veya yan sanayilerinin kalite güvence sistemlerini denetlemek için kullandıkları sistemlerin eksikliklerine odaklanarak bu eksikleri ortadan kaldıracak, mantığa dayalı, etkin, her tip işletmede kullanıma hazır bir sistem tasarlamak amacıyla geliştirilmiştir.

Çalışmada, seçme ve değerlendirme sisteminin ana kriterleri yani bir işletmenin genel performansını etkileyen temel faktörler aşağıdaki gibi seçilmiştir:

- Kalite
- Maliyet
- Sevkiyat performansı
- Yönetim
- Sürekli iyileştirme faaliyetleri
- Alt tedarikçilerle ilişkiler (tedarikçi değerlendirme sisteminde bu madde, değerlendirilen tedarikçinin kendi tedarikçisi ile ilişkilerini göz önüne almaktadır)

Bir sonraki aşamada, bu ana kriterlerin gerçekleşmesi için gerekli olan alt kriterler seçilmiştir. Bir ana kriterin tam olarak uygulanıyor olması, ancak kendisine bağlı olan alt kriterlerin doğru şekilde uygulanması ile mümkündür. Kriterler belirlenirken, son aşamada ise her bir alt kriterin gerçekleşmesi için

gerekli olan temel gereklilikler tanımlanmıştır. Dolayısıyla, yukarıdaki ilişkiye benzer şekilde bir alt kriterin tam olarak uygulanıyor olması, ancak kendisine bağlı olan temel gerekliliklerin doğru şekilde uygulanması ile mümkündür. Kavramlar arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Ana kriterler → Alt kriterler → Temel gereklilikler

Tedarikçi değerlendirme esnasında yapılacak olan, her bir alt kriterin başlığı altında bulunan temel gerekliliklerin uygulamalarını o tedarikçide aramak, bu bulgular doğrultusunda da o temel gerekliliklerin hiyerarşik düzende bağlı olduğu alt kritere puan vermektir. Bu çalışmada temel gerekliliklerin oluşturulmasının sebebi önemli bir riski ortadan kaldırmaktır. Şöyle ki; tasarlanan sistem otomotiv sektöründe faaliyet gösteren herhangi bir işletmenin kalite sistemini değerlendirirken kullanılacak; ayrıca bu sistemi birden fazla kişi kullanabilecektir. Olması gereken şey, sistemi kullanan her kişinin soruları aynı şekilde yorumlaması, hazırlanan sorulardan aynı şeyleri anlaması ve her kullanıcının herhangi bir işletmeyi x alt kriteri için değerlendirirken aynı soruları sorması, aynı gereklilikleri aramasıdır. İşte temel gereklilikler, alt kriterlerin karşılanması için gerekli faaliyetleri detaylandırarak, uygulayıcının ya da denetçinin firmalara birebir soracağı soruları içermektedir.

EK 1’de, yukarıda bahsi geçen tüm ana kriter, alt kriter ve temel gereklilikler sırasıyla, hiyerarşik düzende tanıtılmaktadır.

3.2.2. Puanlama Yönteminin Geliştirilmesi

Bir önceki bölümde açıklanan kriterlere göre, bu kriterlerin oluşturduğu hiyerarşik yapı Şekil 3.10 üzerinde özetlendiği gibidir.

İşletme genel performansının kriterlere, kriterlerin ise alt kriterlere ve temel gerekliliklere dönüştürülmesiyle, değerlendirme sistemi Şekil 3.10’da görülen hiyerarşik yapıya sahip olmuştur.

Bu yapıda sağlıklı bir değerlendirme yapabilmek için kriter ve alt kriterlerin önem dereceleri göz ardı edilmemelidir. Kalite, maliyet, sevkiyat performansı, yönetim, sürekli iyileştirme, tedarikçi ilişkileri gibi faktörlerin her birinin genel performansa etkisi vardır. Fakat hepsinin genel performansa

etkisinin eşit derecede olduğu söylenemez; kalitenin genel performansa etkisi maliyetten daha yüksekken, yönetimin etkisi en yüksek olabilir. Bu durum alt kriterlerin kriterlere etkisini değerlendirirken de geçerlidir.

1. Hiyerarşi seviyesi	GENEL PERFORMANS					
2. Hiyerarşi Sev.	KALİTE	MALİYET	SEVKİYAT PERFORMANSI	YÖNETİM	SÜREKLİ İYİLEŞTİRME	TEDARİKÇİ İLİŞKİLERİ
3. Hiyerarşi Sev.	*Alt kriter 1(8 tem. ger.) *Alt kriter 2(6 tem. ger.) *Alt kriter 3(2 tem. ger.) *Alt kriter 4(9 tem. ger.) *Alt kriter 5(3 tem. ger.) *Alt kriter 6(2 tem. ger.) *Alt kriter 7(6 tem. ger.) *Alt kriter 8(4 tem. ger.) *Alt kriter 9(2 tem. ger.)	*Alt kriter 10(3 tem. ger.) *Alt kriter 11(4 tem. ger.) *Alt kriter 12(2 tem. ger.) *Alt kriter 13(5 tem. ger.)	*Alt kriter 14(1 tem. ger.) *Alt kriter 15(3 tem. ger.) *Alt kriter 16(3 tem. ger.) *Alt kriter 17(5 tem. ger.) *Alt kriter 18(3 tem. ger.)	*Alt kriter 19(1 tem. ger.) *Alt kriter 20(1 tem. ger.) *Alt kriter 21(3 tem. ger.) *Alt kriter 22(3 tem. ger.) *Alt kriter 23(3 tem. ger.) *Alt kriter 24(3 tem. ger.) *Alt kriter 25(4 tem. ger.) *Alt kriter 26(3 tem. ger.) *Alt kriter 27(3 tem. ger.)	*Alt kriter 28(3 tem. ger.) *Alt kriter 29(3 tem. ger.) *Alt kriter 30(3 tem. ger.)	*Alt kriter 31(2 tem. ger.) *Alt kriter 32(6 tem. ger.)

Şekil 3.10. Değerlendirme Kriterlerinin Hiyerarşik Yapısı

Dolayısıyla puanlama sistemini geliştirirken ilk aşamada yapılması gereken, bu önem derecelerini sağlıklı bir sistemle sayısal ifadelerle dönüştürmektir.

3.1.4.1. bölümünde tanıtılan ve literatürde benzer problemlerde sıkça kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi (AHP), böyle bir problem için de uygun gözükmemektedir. Fakat sistemi temsil etmede ve uygulamada bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada geleneksel AHP yöntemi yerine “Oylamalı AHP” yöntemi kullanılacaktır. Oylamalı AHP (Voting Analytic Hierarchy Process – VAHP) Şekil 3.11 üzerinde tasvir edilen hiyerarşik sistemi sayısal olarak ifade etmede çok daha sağlıklı bir yöntemdir. Oylamalı AHP yönteminin geleneksel AHP yöntemine üstünlüğü Bölüm 3.2.2.1’de sebepleri ile birlikte açıklanmıştır.

3.2.2.1. Geleneksel AHP ile Oylamalı AHP Yöntemleri Arasındaki Farklar

Bu bölümde, geleneksel AHP ile oylamalı AHP yöntemlerinin farkları ile oylamalı AHP’nin tedarikçi değerlendirme sistemi için seçilmesinin sebepleri birlikte değerlendirilecektir.

Çizelge 3.4 üzerinde, geleneksel AHP ile oylamalı AHP yöntemlerinin aşamaları karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

Çizelge 3.4. Geleneksel AHP ile Oylamalı AHP Yöntemlerinin Aşamaları

Aşama	AHP	VAHP
1	Tedarikçi kriterlerinin seçimi	=
2	Kriterlerin hiyerarşik yapısının kurulması	=
3	İkili kıyaslama matrisinin elde edilmesi	Kriter ve alt kriterlerin öncelik sıralamasının yapılması
4	Ağırlıkların hesaplanması (özdeğer)	Ağırlıkların hesaplanması (Noguchi yöntemi,2002)
5	Tedarikçi performansının ölçülmesi	=
6	Tedarikçi sıralamasının yapılması	=

Yukarıda da görüldüğü gibi, iki yöntem arasındaki farklar 3. ve 4. aşamalarda görülmektedir. Daha önceki bölümlerde geleneksel AHP yönteminin aşamalarından ayrıntısıyla bahsedildiğinden, bu bölümde sadece oylamalı AHP yönteminin uygulanmasından bahsedilecektir.

Çizelge 3.4. üzerindeki 3. aşamada görülen kriter ve alt kriterlerin öncelik sıralamasının yapılması oylama yolu ile gerçekleştirilmektedir. Bu, aynı hiyerarşi düzeyinde bulunan kriterlerin, önem derecelerine göre tüm katılımcılar tarafından sıralanması anlamına gelmektedir (Liu ve Hai 2005).

Öncelik sıralanması yapılan sistemin Şekil 3.11.'de görüldüğü gibi bir sistem olduğu varsayıldığında, ilk hiyerarşi seviyesinde önceliklendirmeyi bekleyen 8 adet kriter olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.5'te görülen sıralamaya benzer bir sıralama, 2. hiyerarşi seviyesindeki kriterlere de yapılacaktır. Fakat sıralama, aynı hiyerarşi seviyesinde olup, aynı kriterle bağlı olan alt kriterler arasında yapılmaktadır. Yani $AK_{1,1}$ ile $AK_{1,2}$, $AK_{2,1}$ ile $AK_{2,2}$ vb. kıyaslanacaktır. Bu kriterlerin kıyaslanmasına örnek olarak Çizelge 3.6'daki değerlendirme verilebilir.

Çizelge 3.6. Alt Hiyerarşi Seviyesindeki Kriterlerin Oylamalı AHP ile Önceliklendirilmesi

Kriter	1.	2.	Kriter	1.	2.	Kriter	1.	2.	
$AK_{1,1}$	25	17	$AK_{3,1}$	42	16	$AK_{7,1}$	44	16	
$AK_{1,2}$	31	28	$AK_{3,2}$	6	37	$AK_{7,2}$	16	44	
Kriter	1.	2.	Kriter	1.	2.	Kriter	1.	2.	3.
$AK_{2,1}$	53	2	$AK_{6,1}$	55	5	$AK_{8,1}$	40	11	9
						$AK_{8,2}$	20	20	10
$AK_{2,2}$	6	45	$AK_{6,2}$	5	55	$AK_{8,3}$	0	19	31

Çizelge 3.4 üzerinde görülen 4. aşamada ağırlıkların hesaplanması, önceki bölümlerde geleneksel AHP için anlatılan yöntemle göre oldukça basittir. Oylamalı AHP yönteminde, aynı kriterle bağlı olan alt kriterler için yapılan doğrusal programlamalarla, kriterlerin ağırlıkları bulunmaktadır; öyle ki her kriterle bağlı alt kriterlerin ağırlıklarının toplamı sonuçta 1'e eşit olacaktır. Bu doğrusal programlama için kullanılan "Noguchi kuvvetli sıralama" komutları aşağıdaki gibidir (Noguchi ve ark. 2002):

S : sıralamada kullanılan yer sayısı

R : sıralanacak kriter sayısı

n : oylayıcı sayısı

θ_{rr} : r. Kriterin skoru

u_{rs} : s. yerin r. kriter için ağırlığı

x_{rs} : r. kriterin s. yer için n oylayıcı tarafından toplam oylaması

p : sıralanacak R adet kriterin numarasını temsil eden indis olmak üzere:

$$\theta_{rr} = \max \sum_{(s=1 \rightarrow S)} u_{rs} x_{rs}$$

subject to

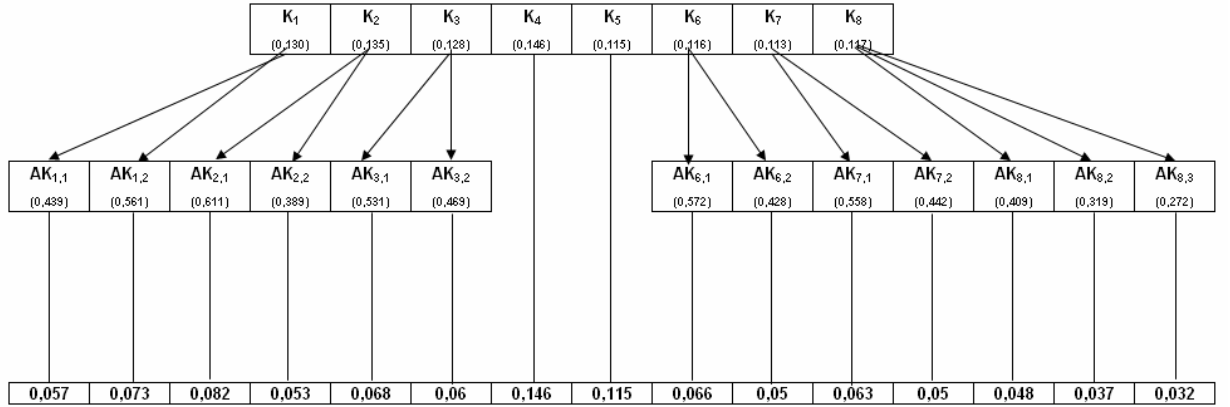
$$\theta_{rp} = \sum_{(s=1 \rightarrow S)} u_{rs} x_{ps} \leq 1, (p = 1, 2, \dots, R),$$

$$u_{r1} \geq 2u_{r2} \geq 3u_{r3} \geq \dots \geq Su_{rs},$$

$$u_{rs} \geq \varepsilon = 1/((1 + 2 + \dots + S) * n = 2/(n * S(S + 1))).$$

Yukarıda Şekil 3.11.'de verilen örnek için oylamalı AHP yapıldığı durumda elde edilecek sonuç ağırlıkları Şekil 3.12.'de görüldüğü gibi olacaktır.

Buna göre örneğin K_1 'in ağırlığı 0,130 iken $AK_{1,1}$ 'in ağırlığı 0,439 olmaktadır. Oylamalı AHP yönteminin ağırlıklarını belirlerken son aşamada yapılan ise her alt kriterin global ağırlığını bulmaktır. Bunun sebebi gerçek performans verisinin alt kriterlere göre toplanmasıdır. Dolayısıyla her bir alt kriterin global ağırlığı, alt kriterin ağırlığı ile bağlı olduğu kriterin ağırlığının çarpılmasıyla oluşacaktır. Örneğin $AK_{1,1}$ 'in global ağırlığı $0,130 * 0,439 = 0,057$ olarak bulunacaktır.



Şekil 3.12. Örnek Problemin Oylamalı AHP ile Elde Edilen Ağırlık Değerleri

Bu çalışmada, değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını belirlemek için yukarıda tanımlanan doğrusal programlama yerine başka bir doğrusal

programlama kullanılmıştır. Bunun sebepleri ile yeni doğrusal programlama Bölüm 3.2.2.2 ile Bölüm 3.2.2.3'te açıklanmıştır.

Oylamalı AHP yönteminin geleneksel AHP yöntemine üstünlükleri aşağıda sıralandığı gibidir:

- Geleneksel AHP yöntemi de gerektiğinde grup çalışması ile uygulanabilir. Fakat oylamalı AHP yöntemi grup çalışması ile uygulamaya çok daha uygundur ve daha sağlıklı sonuçlar verebilir. Şöyle ki:
 - Oylamalı AHP yönteminde her katılımcının görüşü sayısal olarak ifade edilerek birebir hesaplamaya katılır. Geleneksel AHP yönteminde ise elde edilecek sonuç iki faktörün önem kıyaslamasını ifade eden bir ölçektir ve tüm katılımcıların fikirlerini global olarak ifade eder. Dolayısıyla toplantının etkinliğinin sonuca birebir etkisi vardır.
 - Oylamalı AHP yönteminde grup çalışması yaparken tüm katılımcılar masa başında toplanmak zorunda değildir. Herkes kendisi için en uygun gördüğü zamanda değerlendirmesini yapabilir. Geleneksel AHP yönteminde ise, toplantı sonunda her kıyaslama için topluluğun fikrini temsil eden tek bir global değer elde edildiği için tüm katılımcılar aynı anda o toplantıda bulunmak zorundadır. Bu bazı riskleri doğurur:
 - Bazı katılımcılar kıyaslama yapılan konuda diğerlerine göre çok daha uzman olabilir fakat katılımcının pasifliği, geleneksel AHP toplantısında fikrinin sonuca dahil edilmesini engelleyebilir.
 - Tüm katılımcılar, toplantının yapıldığı esnada aynı konsantrasyona sahip olmayabilir. Düşük konsantrasyonlu fakat uzman kişilerin görüşleri kaybedilebilir.
- Geleneksel AHP yönteminde ağırlıklar belirlenirken her faktör ikili olarak kıyaslanır. Bu ikili kıyaslamayı yaparken de bir ölçek tanımlamak gerekir. Örneğin [1,7] ölçeği kullanılırsa minimum kıyaslama $1/7$ ile, [1,9] ölçeği kullanılırsa minimum kıyaslama $1/9$ ile ifade edilecektir. Burada, hangi

ölçeğin yapılan kıyaslamayı daha iyi ifade edeceği bir belirsizliktir ve uygun ölçeğin seçilememesi durumunda sonuçların etkinliği direkt etkilenecektir.

- Geleneksel AHP yönteminde seçim yaparken kriterleri ikili karşılaştırdıktan sonra, seçim yapılacak olan adayları da ikili karşılaştırmak gerekir. Bu, kıyaslaması yapılacak olan adaylara yeni bir aday eklendiği durumda yapılan tüm kıyaslama ve hesaplamaların tekrarlanması anlamına gelmektedir. Yüzlerce tedarikçi ile çalışıldığı ve bu tedarikçilerin arasından her gün bazılarının iptal edilip yenilerinin eklendiği bir sistemde, geleneksel AHP kullanmak imkansızdır. Çünkü burada esas olan tedarikçilerin sağlıklı şekilde değerlendirilmesi ve bu değerlendirmeler doğrultusunda da bir veritabanı oluşturulmasıdır. Geleneksel AHP ile böyle bir veri tabanı oluşturmak imkansızken; oylamalı AHP kullanıldığında, seçim yapılacak adaylar ikili kıyaslanmadığından her yeni aday mevcut sistemle değerlendirilecek ve veri tabanı otomatik olarak oluşacaktır.
- Geleneksel AHP yönteminde yapılan ikili kıyaslamalar ve takip eden hesaplamalar, oylamalı AHP yöntemine göre oldukça zor ve daha zaman alıcıdır.

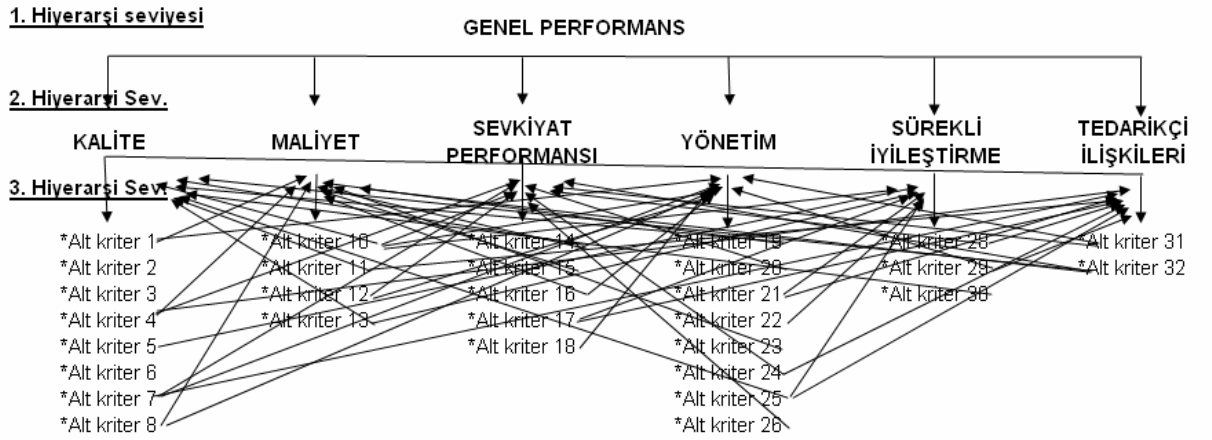
Yukarıda açıklanan sebepler dolayısıyla, oylamalı AHP yöntemi geleneksel AHP yöntemine göre daha sağlıklı görünse de; seçilen kriter ve alt kriterlerle etkin bir tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemi kurmak için yine yeterli görülmemiş ve sistem üzerinde geliştirmeler yapılmıştır.

3.2.2.2. Oylamalı AHP Yönteminin Geliştirilmesi

Şekil 3.11. üzerinde değerlendirme kriter ve alt kriterlerinin hiyerarşik yapısı özetlenmiş; ve bu kriterlerin önem derecelerini belirlerken oylamalı AHP (VAHP-Voting Analytic Hierarchy Process) mantığının esas alınacağı sebepleriyle beraber açıklanmıştır.

Fakat oylamalı AHP yöntemini, tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemini geliştirirken birebir uygulamak da çok sağlıklı olmayacaktır. Çünkü oylamalı AHP yöntemi, alt kriterlerin ağırlıklarını belirlerken, bunların sadece bağlı oldukları kritere etkilerinin olduğunu varsaymıştır. Halbuki, kalite başlığı altına konan bir alt kriterin kalite performansına direkt etkisinin olduğu ve bu etkinin büyük olduğu açıktır fakat, bu alt kriterin aynı zamanda sevkiyat performansına, sürekli iyileştirme performansına, tedarikçi ilişkileri performansına da etkisi olabilir.

Dolayısıyla gerçek bir kalite güvence sisteminde, alt kriterlerin direkt ilişkili oldukları ana kriterler dışında, birden fazla ana kritere etkisi olması normaldir ve olasıdır. Bu iç içe geçen, karmaşık ilişkili yapı Şekil 3.13 ile özetlenebilir. Şekil 3.13 üzerinde gösterilen alt kriter - kriter ilişkileri yapının karmaşıklığının ifade etmek için temsili olarak çizilmiştir, alt kriter ve kriterlerin gerçek etkilerini göstermemektedir.



Şekil 3.13. Seçme ve Değerlendirme Kriterlerinde Karmaşık İlişkiler

Dolayısıyla geliştirilen seçme ve değerlendirme sistemi, alt kriterlerin sadece bağlı oldukları ana kritere değil, diğer ana kriterlere olan etkilerini de göz önüne almalı ve buna göre bir önem derecesi atamalıdır.

Bunun için QFD disiplininin faydalanılarak Şekil 3.14. ve Şekil 3.15. üzerinde görülen iki QFD matrisi oluşturulmuştur.

ISO/TS 16949 şartlarını tetkik edebilecek yeterlilikte iç denetçiler tarafından gerçekleştirilmelidir. Uygulamada da bu denetimler, iç denetimle ilgili eğitim almış ve eğitim sonundaki sınavdan geçer not almış sertifikalı denetçiler tarafından gerçekleştirilir.

Yukarıdaki QFD matrislerini dolduran 15 ISO/TS 16949 denetçisi, otomotiv sektöründe bu görevi aktif olarak gerçekleştiren denetçiler arasından seçilmiştir. 15 ayrı denetçinin yaptığı değerlendirme sonucunda x, y, z değerlendirmesi yapılan her hücre için en yüksek yüzdeyi alan değer, o hücrenin değeri olarak seçilmiştir. Örneğin, madde a.a.'nın kalite performansına etkisi için kişilerin %60'ının x dediği durumda, bu hücre değeri için x seçilmiştir.

3.2.2.3. QFD Değerlerinin Sayısallaştırılması

Geleneksel QFD matrisinin satırlarında müşteri ihtiyaçları, sütunlarında ise bunları karşılayacak mühendislik karakteristikleri olduğu düşünüldüğünde; bu bölümde, her bir müşteri ihtiyacına etkisi x, y, z, - gibi değişik seviyelerde olan mühendislik karakteristiklerinin, tüm müşteri ihtiyaçlarına toplam etkisi sayısal ifadelerle gösterilecektir. Bu toplam etkiyi temsil eden ağırlık mühendislik karakteristiklerinin önem derecesini temsil edecektir (Han ve ark. 2004).

Bu uygulama, Şekil 3.14. ve Şekil 3.15. ile temsil edilen her iki QFD matrisi için de yapılacak; dolayısıyla Şekil 3.14'teki QFD matrisinde ana kriterler müşteri ihtiyaçları gibi, alt kriterler ise mühendislik karakteristikleri gibi; Şekil 3.15.'deki QFD matrisinde ise genel performans müşteri ihtiyacı gibi, ana kriterler mühendislik karakteristikleri gibi değerlendirilecektir.

Çalışmada, tam bilgiye sahip olunamadığı durum için QFD'de mühendislik karakteristiklerinin önceliklendirmesi yapılacaktır. Metodoloji, QFD takımından alınan bilgiyi değerlendirirken lineer kısmi sıralama metodunu kullanır ve mühendislik karakteristiklerinin önceliklerini veya ağırlıklarını belirlerken çok amaçlı karar verme yaklaşımını uygular (Han ve ark. 2004).

Müşteri ihtiyaçları ile mühendislik karakteristikleri arasındaki ilişkiyi kurarken, ilişki matrisindeki her hücre şu seviyelere sahip bir sıralı ölçek

kullanılarak doldurulur: kuvvetli ilişki, normal ilişki, zayıf ilişki. Mühendislik karakteristiklerinin önem dereceleri (w_j) zayıf, normal ve kuvvetli ilişkileri temsil edecek şekilde en temel yaklaşım olan AHP'nin 1-3-9 veya 1-5-9 ölçekleri kullanıldığında, her kriter için ağırlıklı sütun toplamı alınarak hesaplanabilir (Han ve ark. 2004):

$$w_j = \sum_{i=1}^m d_i \cdot r_{i,j},$$

d_i = müşteri ihtiyacı i 'nin önem derecesi ($i = 1, 2, \dots, m$),

$r_{i,j}$ = müşteri ihtiyacı i ile mühendislik karakteristiği j arasındaki sayısallaştırılmış ilişki ($j = 1, 2, \dots, n$)

w_j = mühendislik karakteristiği j 'nin önem derecesi

Yukarıda tarif edilen süreç zaman zaman tehlikeli olabilir. Ağırlıklandırma ve keyfi değerler atama çok anlamlı değildir çünkü sıralamayı belirleyen ölçekleri farklı seçerek farklı sonuçlar elde etmek çok kolaydır.

Önceden belirlenen bir ölçek kullanıldığı durumda, uzman takımın birbirleriyle tartışarak fikirlerini geliştirme, değiştirme şansları yoktur.

Bu çalışmada kullanılan metodolojinin anahtar özelliği, karar vericinin müşteri ihtiyaçlarının ağırlıkları veya ilişki değerleri için ancak kısmi bilgi üretebildiği durumu baz almasıdır. Bunun sebepleri bir kararın zaman baskısı altında veya bilgi/veri eksikliği varken verilmek zorunda olabilmesi; pek çok müşteri ihtiyacının ve mühendislik karakteristiğinin sayılarla ifade edilmesinin güçlüğü ve karar vericinin özellikle karmaşık ve kesinliği olmayan bir çevrede sayısal değerlerde değerlendirme yaparken bilgi veya dikkat noksanlığının olmasıdır.

QFD prosesinde subjektif değerlendirmeler kullanıldığında, müşteri ihtiyaçlarının ve mühendislik karakteristiklerinin önem derecelendirmesine karar verme problemi müşteri ihtiyaçlarının önem derecelendirmesi ve ilişki değerlerinin bilgi tiplerine göre 4 kategoride sınıflandırılabilir. Müşteri ve tasarım takımından gelen bilgi tipleri tam veya kısmi bilgi olabilir.

Çizelge 3.7. müşteri ve tasarım takımından gelen bilgilere göre uygulanabilecek yöntemleri gösterir. Basit ağırlıklı toplam ve AHP müşteri

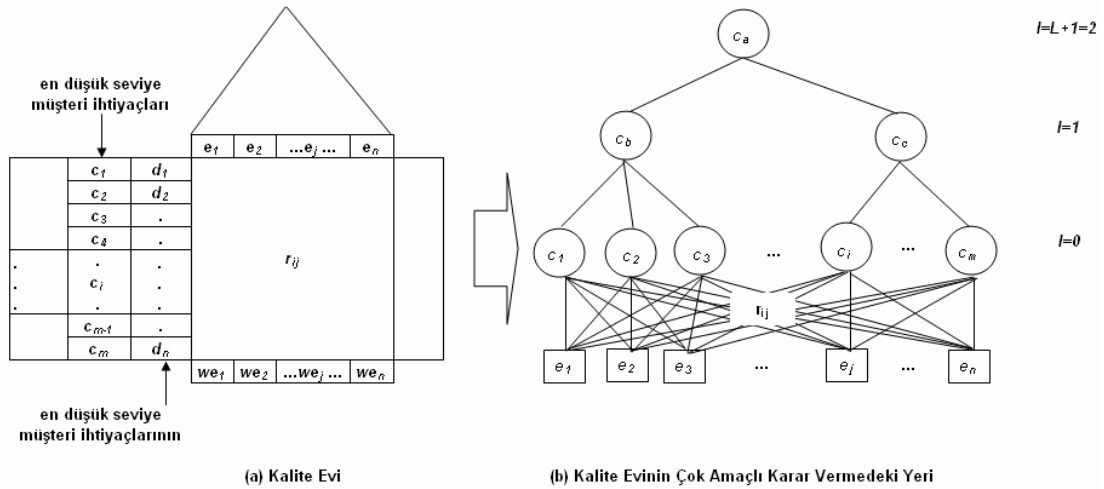
ihtiyaçları ağırlıkları ve mühendislik karakteristiklerini önceliklendiren ilişki değerleri için tam bilgiye ihtiyaç duyar. Halbuki, böyle kesin bilgiye sahip olmak çok zordur ve bilgi sağlayıcıların idrak yetenekleri ve sorumluluk duygularının büyük olması gerekir. Dolayısıyla karar vericiler çoğunlukla konu ile ilgili tam değil, kısmi bilgiye sahip oldukları ortamlarda karar vermek durumunda kalırlar. Çizelge 3.7. hem müşteri ihtiyaçları, hem de ilişkilerle ilgili olarak kısmi ve tam bilgiye sahip olduğu koşullar için uygulanabilecek karar verme yöntemlerini özetlemektedir. (Han ve ark. 2004).

Çizelge 3.7. Mühendislik Karakteristiklerini Önceliklendirmede Çözüm Yöntemleri Kategorileri (Han ve ark. 2004).

Müşteri iht.	İlişki	Tam	Kısmi
	Tam	Basit ağırlıklı ortalama AHP	Derecelendirme metodu (Han ve ark. 2004) Öngörülen metod
	Kısmi	Öngörülen metod	Öngörülen metod

Notasyon:

Şekil 3.16. üzerinde müşteri ihtiyaçlarının hiyerarşik yapısı görülmektedir. Şekil 3.16, matematiksel formülasyonların geliştirildiği kalite evini ve kalite evinin çok amaçlı karar verme ile ilişkisini göstermektedir.



Şekil 3.16. QFD'nin hiyerarşik yapısı (Han ve ark. 2004)

Müşteri ihtiyaçlarının hiyerarşik yapısını ifade etmek için pek çok notasyon tanımlanmıştır. Bir hiyerarşide en yüksek müşteri ihtiyacı seviyesi L ve en düşük hiyerarşi seviyesi 0 'dır. Buna göre:

$l = \{0,1,\dots,L\}$: müşteri ihtiyacı hiyerarşisinin seviyeleri

$L+1$ = hiyerarşi ağacının seviyesi

m_l = l seviyesindeki müşteri ihtiyacı sayısı

Y_j^l = l . seviyedeki j . müşteri ihtiyacının alt düğüm kümesi

$Y^0 = Y_j^0$ = en düşük seviyedeki müşteri ihtiyaçları kümesi

c_i = müşteri ihtiyacı

e_i = mühendislik karakteristiği

d_i^l = l seviyesindeki i . müşteri ihtiyacının önem derecesi ($d_i^0 = d_i$)

r_{ij} = j . mühendislik karakteristiğinin en düşük seviye i . müşteri ihtiyacına etki derecesi

w_{e_j} = her mühendislik karakteristiğinin göreceli önemi veya ağırlığı

Eğer QFD planlama sürecindeki karar vericiler veya uzman takım d_i^l ve r_{ij} parametreleri ile ilgili kısmi bilgiye sahip ise, d_i^l ve r_{ij} 'nin kısmi bilgi kümeleri tanımlanabilir.

r_{ij} 'nin kısmi bilgisini temsil etmek için R , karar vericiler veya tasarım takımının kısmi bilgisinden oluşan kısıtlar kümesi olarak tanımlanabilir. R kümesi, her bir müşteri ihtiyacı ($i = 1,2,\dots,m_0$) için R_i kümelerine bölünebilir. R_i kümesi, uzman takımdan gelen ER_i kısmi bilgi kümelerinden oluşur ve

$\sum_{j=1}^n r_{ij} = 1$ 'dir. Buna bağlı olarak, iki küme şu şekilde ifade edilebilir: $R = \prod_{i=1}^{m_0} R_i$ ve

$$R_i = ER_i \cap \left\{ \sum_{j=1}^n r_{ij} = 1 \right\}.$$

Müşteri ihtiyaçları ile ilgili kısmi bilgiyi temsil etmek için de 3 kısıt kümesi tanımlanabilir. İlk olarak, $\Psi(d_i^l)$, $l = 1,2,\dots,L$ olmak üzere, uzman takımdan gelen kısmi bilgi kümesi olarak tanımlanır. Örneğin, eğer Y_3^2 var ise (d_3^2 'nin alt düğüm

kümesi) ve d_3^2 hiyerarşideki 2. seviyenin 3. müşteri ihtiyacı anlamına geliyorsa, bu durumda $\Psi(d_3^2)$, Y_3^2 deki d_3^2 için uzman takımın kısmi bilgi kümesi anlamına gelmektedir. İkinci olarak, l ($l=1,2,\dots,L$) seviyesindeki tüm j müşteri ihtiyaçları için şu eşitlik bir kısıt olarak tanımlanmalıdır: $\sum_{i \in Y_j^l} d_i^{l-1} = d_j^l$. Buna uygun olarak, l

($l=1,2,\dots,L$) seviyesindeki tüm j müşteri ihtiyaçları için

$\Phi = \left\{ \sum_{i \in Y_j^l} d_i^{l-1} = d_j^l \right\}$ kümesi tanımlanır. Bu eşitlik, alt düğümlerin değerlerinin

toplamının ana düğümün değerine eşit olduğunu gösterir. Üçüncü olarak,

müşteri ihtiyaçlarının kısıtlar kümesi için $\sum_{i=1}^{m_0} d_i^0 = 1$ tanımlanabilir. Bu eşitlik, en

düşük seviye müşteri ihtiyaçlarının değerleri toplamının 1 olduğunu göstermektedir. Müşteri ihtiyaçları için tanımlanan bu 3 kısıt kümesi ile şu küme tanımlanabilir ve hiyerarşinin müşteri ihtiyaçları için kısıt kümesi olarak kullanılır:

$$H = \Psi(d_i^l) \cup \Phi \cup \left\{ \sum_{i=1}^{m_0} d_i^0 = 1 \right\}.$$

Uzman takım veya karar vericiler müşteri ihtiyacı ve mühendislik karakteristikleri için kısmi bilgiye sahipse, her mühendislik karakteristiğinin ağırlığı veya önceliği birer minimum ve maksimum mümkün/olası değerlerle kesin sınır olarak ifade edilir.

Mühendislik karakteristikleri arasında kıyaslama yaparken 4 tip baskınlık ilişkisi vardır: sıkı baskınlık, zayıf baskınlık, ikili sıkı baskınlık ve ikili zayıf baskınlık. Sıkı baskınlık ve zayıf baskınlığa her mühendislik karakteristiğinin minimum ve maksimum sınırlarına göre karar verilir. Ayrıca ikili sıkı baskınlık ve ikili zayıf baskınlık her mühendislik karakteristiği çiftinin minimum ve maksimum sınırlarına bağlıdır. İkili baskınlıklar zayıf ve güçlü baskınlığa bütünleyici araç olarak kullanılır. Şöyle ki, iki mühendislik karakteristiğinin kesin sınırları hemen hemen aynı ise, takım veya karar verici bir mühendislik karakteristiğinin diğerinden daha önemli olduğu kararını vermekte zorlanabilir. Bu durumda ikili sınırlar veya baskınlıklar takımın karar vermesine destek olur (Han ve ark. 2004).

Matematiksel model:

Kesin ve ikili sınırları bulurken iki matematiksel model önerilmektedir. Daha önce tanımlanan R ve H kümeleri kısıtlar kümesidir. Aşağıdaki (3.1) model, j . mühendislik karakteristiği ec_j 'nin kısıtlar altında minimum kesin sınırını bulmak için kullanılır. Maksimum kesin sınır model (3.1)'e minimum yerine maksimum konarak bulunabilir.

ec_j : mühendislik karakteristiği, ($j = 1, 2, \dots, n$)

$\theta_{\min}(ec_j)$: ec_j için minimum kesin sınır

$\theta_{\max}(ec_j)$: ec_j için maksimum kesin sınır

$\varphi_{\min}(ec_j)$: ec_j için minimum ikili sınır

$\varphi_{\max}(ec_j)$: ec_j için maksimum ikili sınır olmak üzere,

$$\theta_{\min}(ec_j) = \min \sum_{i=1}^{m_0} d_i \cdot r_{ij}$$

subject to

$$r_{ij} \in R,$$

$$d_i^l \in H,$$

$$r_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m_0, j = 1, 2, \dots, n,$$

$$d_i^l \geq 0, i = 1, 2, \dots, m_l, l = 0, 1, 2, \dots, L.$$

(3.1)

(3.1) modeline benzer şekilde (3.2) modeli de l ve k mühendislik karakteristikleri arasındaki ikili sınırı bulmak için kullanılır. (3.2) modeline minimum yerine maksimum konarak maksimum ikili sınır bulunabilir (Han ve ark. 2004).

$$\varphi_{\min}(ec_k, ec_l) = \min \sum_{i=1}^{m_0} d_i (r_{ik} - r_{il})$$

s.t.

$$r_{ik}, r_{il} \in R,$$

$$d_i^l \in H,$$

$$r_{ik}, r_{il} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m_0, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad k \neq l,$$

$$d_i^l \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m_l, \quad l = 0, 1, 2, \dots, L. \quad (3.2)$$

Eğer d_i^l veya r_{ij} kesin olarak biliniyorsa (3.1) ve (3.2) lineer programlama problemlerine dönüşürler ve kolaylıkla çözülebilirler. d_i^l ve r_{ij} tam tanımlanmamış ise (3.1) ve (3.2) non-lineer problem olurlar.

Yukarıdaki non-lineer problemler için şöyle bir çözüm metodu önerilir. Her müşteri ihtiyacı probleminin fonksiyonel olarak bağımsız olduğu düşünülürse, her mühendislik ihtiyacı için (3.1) ve (3.2) ayrılabilir ve bu bir lineer problem seti oluşturur:

$$\theta_{\min}(ec_j) = \min \sum_{i=1}^{m_0} d_i \cdot \xi_i^-(ec_j)$$

s.t.

$$d_i^l \in H,$$

$$d_i^l \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m_l, \quad l = 0, 1, 2, \dots, L.$$

ve

$$\xi_i^-(ec_j) = \min r_{ij}$$

s.t.

$$r_{ij} \in R_i,$$

$$r_{ij} \geq 0. \quad (3.3)$$

Burada öncelikle $\xi_i^-(ec_j)$ 'nin değeri, $i \in Y^0$ iken her i müşteri ihtiyacı için bulunur; daha sonra $\xi_i^-(ec_j)$ 'nin bulunan değerinin amaç fonksiyonuna eklenmesiyle $\theta_{\min}(ec_j)$ minimize edilir.

(3.3) modeline benzer şekilde ikili sınır için model aşağıdaki gibidir:

$$\theta_{\min}(ec_k, ec_j) = \min \sum_{i=1}^{m_0} d_i \cdot \xi_i^-(ec_k, ec_j)$$

s.t.

$$d_i^l \in H,$$

$$d_i^l \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m_l, \quad l = 0, 1, 2, \dots, L.$$

ve

$$\xi_i^-(ec_k, ec_j) = \min(r_{ik} - r_{ij})$$

s.t.

$$r_{ik}, r_{ij} \in R_i,$$

$$r_{ik}, r_{ij} \geq 0. \quad (3.4)$$

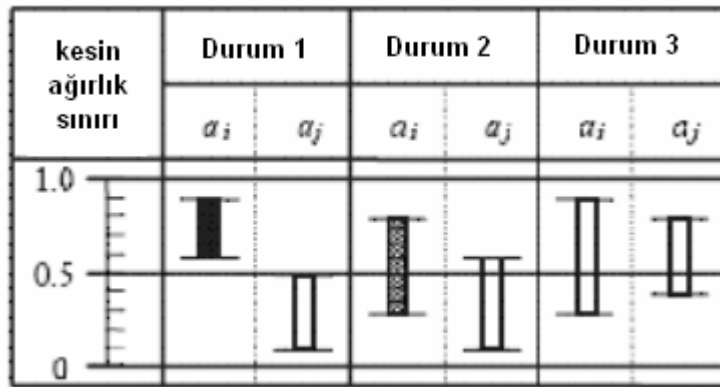
Sonuçta her formülasyondan iki tip sınır elde edilir. (3.3) sonucundan her w_j için kesin sınır elde edilir, $\theta_{\min}(ec_j) \leq ec_j \leq \theta_{\max}(ec_j)$. (3.4) sonucundan her ec_k ve ec_j ikilisi için ikili sınır elde edilir, $\varphi_{\min}(ec_k, ec_j) \leq ec_k - ec_j \leq \varphi_{\max}(ec_k, ec_j)$. Çıkarılan kesin ve ikili sınırlara göre mühendislik karakteristikleri arasındaki baskınlık ilişkileri belirlenir.

$\theta_{\min}(ec_j)$ ve $\theta_{\max}(ec_j)$ kesin sınırlarını elde ettikten sonra değerlendirilen her mühendislik karakteristiği için, i ve j mühendislik karakteristiklerinin ağırlık sınırları arasında Şekil 3.17. üzerinde de görülebilen üç durum oluşabilir. Şekil 3.17'deki a_i ve a_j iki farklı mühendislik karakteristiğini temsil etmektedir:

$$\text{Durum 1: } \theta_{\min}(ec_i) \geq \theta_{\max}(ec_j)$$

$$\text{Durum 2: } \theta_{\max}(ec_i) \geq \theta_{\max}(ec_j) \text{ ve } \theta_{\min}(ec_i) \geq \theta_{\min}(ec_j)$$

$$\text{Durum 3: } \theta_{\max}(ec_i) \geq \theta_{\max}(ec_j) \text{ ve } \theta_{\min}(ec_i) \leq \theta_{\min}(ec_j)$$



Şekil 3.17. Mühendislik Karakteristiklerinin İkili Karşılaştırmasında Kesin Ağırlık Sınırlarının Üç Durumu (Han ve ark. 2004)

Durum 1 gerçekleştiğinde, i. mühendislik karakteristiğinin sıkıca ve kesinlikle j. mühendislik karakteristiğine tercih edileceği ve durumun *sıkı baskınlık* ($EC_i \phi_s EC_j$) olarak tanımlanacağı söylenebilir.

Durum 2 gerçekleştiğinde, i. mühendislik karakteristiği j. mühendislik karakteristiğine zayıfça tercih edilecektir ve buna *zayıf baskınlık* ($EC_i \phi_z EC_j$) denecektir.

Durum 3 olduğunda, kesin sınırlarla i. ve j. mühendislik karakteristikleri arasındaki baskınlık ilişkisine karar vermek zordur. Bu durumda baskınlık ilişkilerine ikili baskınlık ilişkilerini kullanarak karar verilir ve iki durumu vardır:

Durum P1: $\varphi_{\min}(ec_k, ec_l) \phi 0$.

Durum P2: $\varphi_{\min}(ec_k, ec_l) \leq 0$ ve $\varphi_{\min}(ec_k, ec_l) \geq \varphi_{\min}(ec_l, ec_k)$.

Durum P1, *ikili sıkı baskınlık* olarak tanımlanırken durum P2 ise *ikili zayıf baskınlık* olarak tanımlanır. Öyle ki, ec_k 'nin en küçük mümkün değeri, ec_l 'nin en küçük mümkün değerinden büyüktür. ec_k ec_l 'ye zayıf baskın olduğunda, ec_k 'yi seçmek ec_l 'yi seçmekten daha karlıdır. İkili zayıf baskınlık tekniği bir son karar verme aşamasında kesin karar kuralı olarak kullanılabilir.

Sıkı ve zayıf baskınlığı kıyaslarken iki durum farzedilebilir: İlk durum iki mühendislik karakteristiği arasında sıkı baskınlık olduğu durum (EC_1, EC_2 'ye sıkı baskın), diğer durum ise zayıf baskınlığın olduğu durumdur (EC_3, EC_4 'e zayıf baskın). Bu iki duruma göre EC_1, EC_2 'ye göre daha önemli, EC_3 ise EC_4 'e göre daha önemlidir. Ayrıca, sıkı baskınlığın olduğu ilk durumdaki önem dereceleri arasındaki fark görelî olarak ikinci duruma göre daha büyüktür. Pratikte, eğer EC_1, EC_2 'ye sıkı baskın ise pek çok müşteri ihtiyacı EC_1 ile ilgilidir. Ayrıca müşteri ihtiyaçlarını tatmin etmek için EC_1, EC_2 'den çok daha ciddi ele alınmalıdır. Zayıf baskınlık durumunda ise EC_3 ve EC_4 'ün önem dereceleri arasındaki fark sıkı baskınlığa göre daha düşük ve EC_4 ile ilişkili müşteri ihtiyaçları da daha az olacaktır.

Normalizasyon:

Mühendislik karakteristiklerinin ağırlıkları müşteri ihtiyaçlarının önem dereceleri ile tutarlı değildir ve bu problemi çözmek için geleneksel ilişki matrisindeki ilişki değerlerine bir normalizasyon dönüştürme metodu uygulamak gerekir. Normalizasyon, bir satırdaki her ilişki değerini satır toplamına bölerek yapılır:

$$r'_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}} \text{ ve } \sum_{j=1}^n r'_{ij} = 1.$$

Böylelikle her r_{ij} ilişki değeri, r'_{ij} göreceli etkisine çevrilir ve tüm mühendislik karakteristiklerinin her müşteri ihtiyacına toplam etkisi 1'e eşit olur (Han ve ark. 2004).

3.2.2.4. QFD Değerlerinin Sayısallaştırılması Uygulaması

Bu bölümde Şekil 3.18 üzerinde görülen, 5 mühendislik karakteristiği ve 4 müşteri ihtiyacının bulunduğu QFD matrisi üzerinde, müşteri ihtiyaçlarını ve mühendislik karakteristiklerini önceliklendirirken 3.2.2.3 bölümünde açıklanan yöntemler uygulanacaktır (Han ve ark. 2004).

			Mühendislik Gereklilikleri				
			MK ₁	MK ₂	MK ₃	MK ₄	MK ₅
Müşteri İhtiyaçları	Mi ₁	15	○			●	
	Mi ₂	25		○	●		●
	Mi ₃	45	△	○	●		●
	Mi ₄	15	△			●	
Teknik Önem	Mutlak	105	210	630	270	630	
	Göreceli	5,7	11,4	34,1	14,6	34,1	

● : 9 puan

○ : 3 puan

△ : 1 puan

● : çok kuvvetli ilişki

○ : kuvvetli ilişki

△ : zayıf ilişki

Şekil 3.18. Örnek QFD Matrisi (Han ve ark. 2004)

Örnekte, müşteri ihtiyaçlarının ağırlıkları için 100 puanlık ölçek, mühendislik karakteristiklerinin müşteri ihtiyaçlarına zayıf, orta, kuvvetli etkilerini temsil etmek için de 1-3-9 ölçeği olmak üzere tam bilgi kullanılmıştır.

Bu çalışma, tam değil kısmi bilginin bulunduğu koşullar için geliştirildiğinden, uzman takımın müşteri ihtiyaçlarının önem dereceleri için sahip olduğu kısmi bilginin aşağıdaki gibi olduğu düşünülebilir (Han ve ark. 2004) :

$$d_1 = d_4,$$

$$0.5d_2 \leq d_1 \leq 0.7d_2,$$

$$0.5d_3 \leq d_2 \leq 0.6d_3,$$

$$d_2 - d_1 \leq d_3 - d_2.$$

QFD matrisinde tanımlanan mühendislik karakteristikleri ile müşteri ihtiyaçları arasındaki ilişkilerin lineer kısmi bilgisi Çizelge 3.8. üzerinde görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.8. Mühendislik Karakteristikleri Arasındaki İlişkilerin Lineer Kısmi Bilgisi

	Müş.İht.1	Müş.İht.2	Müş.İht.3	Müş.İht.4
Kısıtlar	$r_{12} = r_{13} = r_{15} = 0$	$r_{21} = r_{24} = 0$	$r_{34} = 0$	$r_{42} = r_{43} = r_{45} = 0$
Kümesi	$1.5r_{11} \leq r_{14} \leq 3r_{11}$	$r_{23} = r_{25}$	$r_{33} = r_{35}$	$3r_{41} \leq r_{44} \leq 6r_{41}$
	$\sum_j r_{1j} = 1$	$1.5r_{22} \leq r_{23} \leq 3r_{22}$	$1.5r_{32} \leq r_{33} \leq 3r_{32}$	$\sum_j r_{4j} = 1$
		$\sum_j r_{2j} = 1$	$1.5r_{31} \leq r_{32} \leq 3r_{31}$	
			$\sum_j r_{3j} = 1$	

Bir sonraki aşamada, QFD problemi lineer kısmi bilgiye ($\{H_0\}$ ve $\{R\}$) sahip olunan durum için matematiksel model ile formüle edilecek ve mühendislik karakteristikleri arasındaki baskınlık özellikleri tanımlanacaktır. İlk olarak R_i kısmi bilgisi ile her r_{ij} 'nin minimum ve maksimum değerleri

bulunacaktır. r_{11} 'in minimum değeri $\xi_1^-(ec_1)$ 'i bulabilmek için kullanılacak formülizasyon aşağıdaki gibidir:

$$\min r_{11}$$

s.t.

$$1.5r_{11} - r_{14} \leq 0,$$

$$-3r_{11} + r_{14} \leq 0,$$

$$r_{12} + r_{13} + r_{15} = 0,$$

$$r_{11} + r_{12} + r_{13} + r_{14} + r_{15} = 1,$$

$$r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}, r_{15} \geq 0.$$

r_{11} 'in maksimum değeri, yukarıdaki formülasyonda min yerine max yazılmasıyla bulunabilir ve tüm müşteri ihtiyacı-mühendislik karakteristiği ikilileri için r_{ij} değerleri Çizelge 3.8. üzerinde kendileriyle ilgili olarak tanımlanan kısıtları kullanarak bulunabilir. Elde edilecek sonuçlar Çizelge 3.9. üzerinde görülmektedir.

Çizelge 3.9. QFD Matrisindeki Her İlişkinin Değer Aralığı

r_{ij} değerleri		MK ₁	MK ₂	MK ₃	MK ₄	MK ₅
Mİ ₁	min	0.25	0	0	0.6	0
	max	0.4	0	0	0.75	0
Mİ ₂	min	0	0.1429	0.3750	0	0.3750
	max	0	0.25	0.4286	0	0.4386
Mİ ₃	min	0.0455	0.1304	0.3214	0	0.3214
	max	0.1429	0.2308	0.4091	0	0.4091
Mİ ₄	min	0.1429	0	0	0.75	0
	max	0.25	0	0	0.8571	0

Bir sonraki aşamada, sıkı ve zayıf baskınlıkları tespit edebilmek için her mühendislik karakteristiğinin mutlak sınırları bulunabilir. MK₁'in alt sınırına ait formülasyon, bir örnek teşkil etmesi amacıyla aşağıda görülmektedir:

$$\min d_1 \cdot \xi_1^-(a_1) + d_2 \cdot \xi_2^-(a_1) + d_3 \cdot \xi_3^-(a_1) + d_4 \cdot \xi_4^-(a_1)$$

s.t.

$$d_1 = d_4,$$

$$0.5d_2 - d_1 \leq 0,$$

$$d_1 - 0.7d_2 \leq 0,$$

$$0.5d_3 - d_2 \leq 0,$$

$$d_2 - 0.6d_3 \geq 0,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = 1,$$

$$d_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, 4.$$

Yukarıdaki formül, MK₁'in toplam etkisinin, MK₁'in her müşteri ihtiyacına etkisinin, o müşteri ihtiyacının önem derecesi ile çarpımlarının toplamından oluştuğunu göstermektedir.

$\xi_i^-(a_1)$ değerinin amaç fonksiyonuna eklenmesi ve lineer problemin çözülmesi ile, $\theta_{\min}(a_1)$ 0,071835 olarak elde edilir (MK₁'in toplam minimum etkisi). $\theta_{\max}(a_1)$ ise amaç fonksiyonunda max ifadesini kullanarak ve $\xi_i^-(a_1)$ yerine $\xi_i^+(a_1)$ 'i kullanarak elde edilir. Benzer şekilde diğer mühendislik karakteristiklerinin kesin sınırları aşağıdaki gibidir:

$$\text{MK}_1\text{'in mutlak sınırları} = [0.0718, 0.1704],$$

$$\text{MK}_2\text{'nin mutlak sınırları} = [0.0886, 0.1779],$$

$$\text{MK}_3\text{'ün mutlak sınırları} = [0.2239, 0.3117],$$

$$\text{MK}_4\text{'ün mutlak sınırları} = [0.1688, 0.2766],$$

$$\text{MK}_5\text{'in mutlak sınırları} = [0.2239, 0.3117].$$

Kesin sınırlarla, alternatifler arasındaki baskınlık ilişkileri 3.2.2.3. nolu bölümdeki Durum 1 ve Durum 2 ile tanımlanabilir; $MK_3 = MK_5 \phi_Z MK_4 \phi_Z MK_2 \phi_Z MK_1$. Bu örnekte, baskınlık ilişkileri sadece mutlak sınırları kullanarak tanımlanmış ve Durum 3'ü sağlayan bir koşul oluşmamıştır. Bu koşulun oluştuğu durumda, ikililerin baskınlık ilişkileri ikili baskınlık durumlarının uygulanmasıyla tanımlanabilir.

Şekil 3.18. üzerindeki QFD Matrisi incelendiğinde, uygulanan kısmi lineer bilgi metodunun QFD'nin sayısal skalası ile yapılan hesaplamalar ile aynı

sonucu verdiği gör÷lmektedir. Önerilen metod uzman takımın doğru bilgi sağlama yükünü hafifletirken, onların duygu ve sezgilerini bilgiye dönüştürerek bunu kullanır. Bu yöntemle sonuçta elde edilen mutlak sınırlar, başka bir QFD matrisine girdi olarak kullanılabilir; dolayısıyla bu metod bir kalite evleri serisine uygulanabilir (Han ve ark. 2004).

Normalizasyon konsepti formülasyonun içinde bulunmaktadır.

4. ISO/TS 1694:2002 GEREKLİLİKLERİNE GÖRE TEDARİKÇİ SEÇME ve PERFORMANS DEĞERLENDİRME SİSTEMİ UYGULAMASI

Bu bölümde ilk olarak tasarlanan tedarikçi seçme ve değerlendirme sisteminin geliştirme aşamaları özetlenmiş, ardından açıklanan her bir aşamanın uygulamasına yer verilmiştir. Çalışma, açıklanan seçme ve değerlendirme sisteminin örnek bir işletme üzerinde uygulanması ile desteklenmektedir.

4.1. Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sistemi Geliştirme Aşamalarının Özetlenmesi

4.1.1. Performans Değerlendirme Kriterlerinin Seçilmesi

Uygulaması yapılan çalışmada ilk olarak tedarikçi işletmenin genel performansına direkt etki edecek altı adet ana performans kriteri seçilmiştir. Ana kriterler kendilerini oluşturan alt kriterler; alt kriterler ise kendilerini oluşturan temel gereklilikler tanımlanarak detaylandırılmış; bu şekilde bir hiyerarşik seçme ve değerlendirme yapısı tasarlanmıştır. Hiyerarşik yapı tasarlanırken seçilen tüm kriterler ISO/TS 16949:2002 gereklerine uygun şekilde tanımlanmıştır. Tasarlanan performans değerlendirme sistemi ISO/TS 16949:2002 teknik şartnamesinin tüm ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmıştır.

4.1.2. Kriterlerin Değerlendirilme Yönteminin Seçilmesi

Bu hiyerarşik yapının değerlendirilmesi için Analitik Hiyerarşi Prosesi temel olarak seçilmiş, fakat geleneksel Analitik Hiyerarşi Prosesinin grup çalışmasında sağlıklı karar vermeyi engelleyen eksikliklerinden dolayı, gruptaki her bir karar vericinin sayısal değerlendirme notunu ana ve alt kriterlerin ağırlığına çeviren Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılmıştır.

4.1.3. Değerlendirme Kriterleri Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi

Sistem, Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemini, oylamayı geleneksel oylama yerine QFD ile yaparak geliştirilmiş, bu sayede genel performans, ana kriterler ve alt kriterler arasındaki iç içe geçmiş, karmaşık ilişkilerin de değerlendirilmesi sağlanmıştır. Çünkü Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi, bir alt kriterin sadece hiyerarşik yapıda bağlı olduğu ana kritere olan etkisini değerlendirirken, QFD ile bu alt kriterin –eğer varsa- hiyerarşik yapıda direkt bağlı olmadığı diğer ana kriterlere etkisini de değerlendirmek mümkündür.

Her alt kriterin ve ana kriterin genel performansa etkileri eşit olamayacağından, çalışmada ilk olarak ana kriter ve alt kriterlere genel performansa etki şiddetleri oranında ağırlıklar atanması gerekmektedir. QFD ile yapılan oylama ile, bu ağırlıkların hesaplanması için gerekli veri elde edilmiştir. Uzman kişilerin katıldığı bir grup çalışması (15 adet ISO/TS 16949 denetçisi) ile her bir ana kriterin genel performansa, her bir alt kriterin de her bir ana kritere etkileri QFD matrisi üzerinde derecelendirilmiştir. Bunu yaparken, alt kriterlerin ana kriterleri, ana kriterlerin de genel performansı etkilediği hiyerarşik yapı iki ayrı QFD matrisi ile temsil edilmiştir.

4.1.4. Tedarikçi Performansının Değerlendirilmesi ve Performans Puanının Atanması

Seçme ve değerlendirme sisteminde yapılacak olan, uygulayıcının her bir temel gerekliliğin tedarikçi işletmedeki uygulamalarını denetleyerek, bağlı olduğu temel gerekliliklerin uygulanma durumuna göre her alt kritere puan atamasıdır.

Özetle, alt kriterlere atanan puanlar ilgili alt kriterin ağırlığı ve alt kriterin bağlı olduğu ana kriterin ağırlığı ile çarpıldıktan sonra bu çarpım değerlerinin toplanması ile tedarikçinin toplam performans puanı ortaya çıkmaktadır. Bu performans puanına göre tedarikçiler A, B, C, D şeklinde dört performans sınıfı ile tanımlanmaktadır. Her bir performans sınıfındaki tedarikçi için, tasarlanan sistemin tavsiyeleri Bölüm 4.2.4'te özetlenmiştir.

4.2. Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Uygulamaya Hazırlanması

EK1’de tüm maddeleri ayrıntılı olarak tanımlanan tedarikçi seçme ve değerlendirme sisteminde işletmenin genel performansına etki eden 6 ana kriter, buna bağlı 32 alt kriter ve alt kriterlere bağlı 112 temel gereklilik tanımlanmıştır.

Seçme ve değerlendirme sisteminin uygulamasında kullanıcının yapması gereken alt kriterlere bağlı temel gereklilikleri, değerlendirilen işletmede aramak ve uygulamalarını denetlemek suretiyle her bir alt kritere puan vermek ve geliştirilen hesaplama sisteminin kuralları ile tedarikçi işletmenin genel puanını hesaplamaktır.

Önceki bölümlerde, alt kriterlerin ana kriterlere etkisi Şekil 3.14.’te görülen QFD matrisi ile, ana kriterlerin işletme genel performansına etkisi ise Şekil 3.15.’deki QFD matrisi ile tasvir edilmişti. Şekil 3.14. ve Şekil 3.15.’te görülen QFD matrislerinin 15 kişiden oluşan ISO/TS 16949 denetçisi takımı tarafından

x=çok kuvvetli ilişki

y= normal ilişki

z= zayıf ilişki

-= ilişki yok ifadeleri ile doldurulduğu ve sonuç matrisinde her hücre için en fazla oyu alan ifadenin seçildiği açıklanmıştı. (bir hücre için x ifadesi %60 oy aldığı durumda hücrenin değeri x olarak seçilmiştir)

Buna göre her iki matris için de seçilen sonuç matrisleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 üzerinde görülmektedir.

Çizelge 4.1. Anket Sonucunda Alt Kriterlerin Ana Kriterlere Etkisini Gösteren Son QFD Matrisi

Kriterler	Alt Kriterler																																								
	Madde a.a.	Madde a.b.	Madde a.c.	Madde a.d.	Madde a.e.	Madde a.f.	Madde a.g.	Madde a.h.	Madde a.j.	Madde b.a.	Madde b.b.	Madde b.c.	Madde b.d.	Madde b.e.	Madde b.f.	Madde b.g.	Madde b.h.	Madde b.i.	Madde b.j.	Madde c.a.	Madde c.b.	Madde c.c.	Madde c.d.	Madde c.e.	Madde d.a.	Madde d.b.	Madde d.c.	Madde d.d.	Madde d.e.	Madde d.f.	Madde d.g.	Madde d.h.	Madde d.j.	Madde e.a.	Madde e.b.	Madde e.c.	Madde f.a.	Madde f.b.			
a.KALİTE PERFORMANSI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	y	x	x	y	x	x	y	y	x	x	y	y	x	y	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
b.MALİYET DEĞ. Ve AZALTMA PERFORM.	y	x	x	x	x	x	x	x	y	y	x	x	y	x	x	x	x	x	x	y	x	x	y	y	x	y	x	x	x	x	z	x	x	x	z	x	x	x	x	x	
c.SEVKİYAT PERFORMANSI	y	x	z	y	z	x	x	y	y	z	y	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
d.YÖNETİM FAALİYETLERİNİN ETKİNLİĞİ	y	y	z	y		x	x	x	x	x	x	x	x	y	x	y	y	y	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	y	x
e.SÜREKLİ İYİLEŞTİRME FAALİYETLERİ	y	x	x	y	y	x	x	x	x	y	x	x	x	y	y	x	y	y	x	y	x	x	y	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	z	x	x	x	x	x	
f.TEDARİKÇİLERLE İLİŞKİLERİN ETKİNLİĞİ	x	x	y	y	z	y	y	y	y	z	y	x	x	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	y	x	x	y	x	z	z	z	z	z	x	x	x	y	x	x	

tam emin olunamaması, QFD matrisindeki kuvvetli, normal ve zayıf ilişkiyi temsil edecek şekilde bir ölçek (örn: 1-3-9) tanımlamanın gerçek değerleri temsil etmesi açısından risk taşıması, karar vericilerin olası bilgi/veri eksiklikleri ve konsantrasyon düşüklüğü veya zaman kısıtları, karmaşık ve kesinliği olmayan kavramlar hakkında karar verme zorunluluğu olarak özetlenebilir.

Bu durumda, bu çalışmada x, y ve z için kesin değerler atamaktansa, bu kavramlar arasındaki ilişkiler aşağıdaki gibi tanımlanacak ve matematiksel modelde kısıt olarak kullanılacaktır:

- $1,5y \leq x \leq 3y$
- $1,5z \leq y \leq 3z$
- $3z \leq x \leq 6z$

Yukarıdaki ifadeler x,y,z için kesin değerler atamamakla birlikte aralarındaki hiyerarşiye uyum sağlamakta, gerçek değerlerinin belirlenmesi için esneklik sağlamaktadır.

4.2.1.1. Ana Kriterlerin Genel Performansa Olan Etkilerinin Hesaplanması

Bölüm 3.2.2.3'te açıklanan (3.3) formülasyonu aşağıdaki gibi oluşturulur. Ana kriterlerin etki ettiği tek faktör işletme genel performansı olduğundan, matriste tek bir satır vardır ve her bir ana kriter için kullanılacak kısıt denklemleri aynıdır. Bu kısıt denklemleri, kısmi bilgiye sahip olduğu durum için $r_{1,1}$, kalite ana kriterinin genel performansa etkisi; $r_{1,2}$, maliyet ana kriterinin genel performansa etkisi; $r_{1,3}$, sevkiyat performansı ana kriterinin genel performansa etkisi; $r_{1,4}$, yönetim ana kriterinin genel performansa etkisi; $r_{1,5}$, sürekli iyileştirme ana kriterinin genel performansa etkisi ve $r_{1,6}$, tedarikçi ilişkileri ana kriterinin genel performansa etkisi olmak üzere aşağıdaki gibidir:

$$1.5r_{1,6} - r_{1,1} \leq 0,$$

$$r_{1,1} - 3r_{1,6} \leq 0,$$

$$r_{1,1} = r_{1,2} = r_{1,3} = r_{1,4} = r_{1,5},$$

Bölüm 3.2.2.3'te açıklanan (3) doğrusal programlama formülasyonu, bundan sonraki aşamada her bir ana kriterin toplam etkisini bulmak üzere devam etmektedir. Fakat Çizelge 4.4'te tanımlanan matriste, her bir ana kriterin sadece genel performansa etkisi bulunduğundan ($d_1 = 1$), Çizelge 4.4.'te tanımlanan minimum ve maksimum etkiler, aynı zamanda her bir ana kriterin toplam minimum ve maksimum etkilerini oluşturmaktadır. Bu sebeple (3.3) formülasyonunun uygulaması Çizelge 4.4'teki matris için burada sonlandırılmıştır.

Kabul: Bir ana kriterin genel performansa minimum etkisi t , maksimum etkisi z ; yani bu ana kriterin genel performansa etkisi $[t,z]$ ise, ana kriterin genel performansa ortalama etkisi $(t+z)/2$ dir. Bu kabul, alt kriterlerin ana kriterlere etkisi için de geçerlidir.

Buna göre kalite ana kriterinin genel performansa ortalama toplam etkisi 0.2; maliyet ana kriterinin genel performansa ortalama toplam etkisi 0.2; sevkiyat performansı ana kriterinin genel performansa ortalama toplam etkisi 0.2; yönetim ana kriterinin genel performansa ortalama toplam etkisi 0.2; sürekli iyileştirme ana kriterinin genel performansa ortalama toplam etkisi 0.2; tedarikçi ilişkileri ana kriterinin genel performansa ortalama toplam etkisi ise 0.1 olacaktır.

4.2.1.2 Alt Kriterlerin Ana Kriterlere Olan Etkilerinin Hesaplanması

Çizelge 4.1'deki QFD matrisi alt kriterlerin ana kriterlere olan etkilerini özetlemektedir. Buna göre, bir alt kriterin birden fazla ana kritere etkisi olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, ilk olarak her bir alt kriterin her bir ana kritere minimum ve maksimum etkisi hesaplanacak, ardından her bir alt kriterin tüm ana kriterlere toplam minimum ve maksimum etkisi hesaplanacaktır.

Buna göre matematiksel programlama, alt kriterlerin tamamının bir ana kritere toplam etkisini 1 yapmaya zorlayacağından, her bir ana kriter yani her bir satır için kullanılacak kısıtlar aynı olacaktır.

Kalite ana kriterine olan etkileri temsil eden $r_{1,1}, r_{1,2}, r_{1,3}, \dots, r_{1,32}$ için kullanılacak kısıtlar:

$$1.5r_{1,10} - r_{1,1} \leq 0,$$

$$r_{1,1} - 3r_{1,10} \leq 0,$$

$$1.5r_{1,27} - r_{1,10} \leq 0,$$

$$r_{1,10} - 3r_{1,27} \leq 0,$$

$$r_{1,1} = r_{1,2} = r_{1,3} = r_{1,4} = r_{1,5} = r_{1,6} = r_{1,7} = r_{1,8} = r_{1,9} = r_{1,11} = r_{1,12} = r_{1,14} = r_{1,17} = r_{1,19} = r_{1,20} =$$

$$r_{1,21} = r_{1,22} = r_{1,23} = r_{1,25} = r_{1,26} = r_{1,28} = r_{1,29} = r_{1,30} = r_{1,31} = r_{1,32},$$

$$r_{1,10} = r_{1,13} = r_{1,15} = r_{1,16} = r_{1,18} = r_{1,24},$$

$$r_{1,1} + r_{1,2} + r_{1,3} + r_{1,4} + r_{1,5} + r_{1,6} + r_{1,7} + r_{1,8} + r_{1,9} + r_{1,10} + r_{1,11} + r_{1,12} + r_{1,13} + r_{1,14} + r_{1,15} + r_{1,16} + r_{1,17} + r_{1,18} + r_{1,19} + r_{1,20} + r_{1,21} + r_{1,22} + r_{1,23} + r_{1,24} + r_{1,25} + r_{1,26} + r_{1,27} + r_{1,28} + r_{1,29} + r_{1,30} + r_{1,31} + r_{1,32} = 1,$$

$$r_{1,1}, r_{1,2}, r_{1,3}, r_{1,4}, r_{1,5}, r_{1,6}, r_{1,7}, r_{1,8}, r_{1,9}, r_{1,10}, r_{1,11}, r_{1,12}, r_{1,13}, r_{1,14}, r_{1,15}, r_{1,16}, r_{1,17}, r_{1,18}, r_{1,19}, r_{1,20}, r_{1,21}, r_{1,22}, r_{1,23}, r_{1,24}, r_{1,25}, r_{1,26}, r_{1,27}, r_{1,28}, r_{1,29}, r_{1,30}, r_{1,31}, r_{1,32} \geq 0.$$

$r_{1,1}, r_{1,2}, r_{1,3}, \dots, r_{1,32}$ ile gösterilen etkilerin her birinin minimum ve maksimum değerlerini hesaplamak için amaç fonksiyonları:

minimum etkiyi hesaplarken $\min r_{1,j}$ ($j=1,2,\dots,32$),

maksimum etkiyi hesaplarken $\max r_{1,j}$ ($j=1,2,\dots,32$) ve kısıtlar yukarıda tanımlandığı gibi olacaktır.

Maliyet ana kriterine olan etkileri temsil eden $r_{2,1}, r_{2,2}, r_{2,3}, \dots, r_{2,32}$ için kullanılacak kısıtlar:

$$1.5r_{2,1} - r_{2,2} \leq 0,$$

$$r_{2,2} - 3r_{2,1} \leq 0,$$

$$1.5r_{2,24} - r_{2,1} \leq 0,$$

$$r_{2,1} - 3r_{2,24} \leq 0,$$

$$r_{2,2} = r_{2,3} = r_{2,4} = r_{2,5} = r_{2,6} = r_{2,7} = r_{2,10} = r_{2,11} = r_{2,13} = r_{2,14} = r_{2,15} = r_{2,18} = r_{2,21} = r_{2,22} = r_{2,23}$$

$$= r_{2,25} = r_{2,26} = r_{2,28} = r_{2,29} = r_{2,30} = r_{2,31} = r_{2,32},$$

$$r_{2,1} = r_{2,8} = r_{2,9} = r_{2,12} = r_{2,16} = r_{2,17} = r_{2,19} = r_{2,20},$$

$$r_{2,24} = r_{2,27},$$

$$\begin{aligned}
& r_{2,1} + r_{2,2} + r_{2,3} + r_{2,4} + r_{2,5} + r_{2,6} + r_{2,7} + r_{2,8} + r_{2,9} + r_{2,10} + r_{2,11} + r_{2,12} + r_{2,13} + r_{2,14} + r_{2,15} + r_{2,16} + \\
& r_{2,17} + r_{2,18} + r_{2,19} + r_{2,20} + r_{2,21} + r_{2,22} + r_{2,23} + r_{2,24} + r_{2,25} + r_{2,26} + r_{2,27} + r_{2,28} + r_{2,29} + r_{2,30} + r_{2,31} + \\
& r_{2,32} = 1, \\
& r_{2,1}, r_{2,2}, r_{2,3}, r_{2,4}, r_{2,5}, r_{2,6}, r_{2,7}, r_{2,8}, r_{2,9}, r_{2,10}, r_{2,11}, r_{2,12}, r_{2,13}, r_{2,14}, r_{2,15}, r_{2,16}, r_{2,17}, r_{2,18}, r_{2,19}, r_{2,20}, r_{2,21}, \\
& r_{2,22}, r_{2,23}, r_{2,24}, r_{2,25}, r_{2,26}, r_{2,27}, r_{2,28}, r_{2,29}, r_{2,30}, r_{2,31}, r_{2,32} \geq 0.
\end{aligned}$$

$r_{2,1}, r_{2,2}, r_{2,3}, \dots, r_{2,32}$ ile gösterilen etkilerin her birinin minimum ve maksimum değerlerini hesaplamak için amaç fonksiyonları:
minimum etkiyi hesaplarken $\min r_{2,j}$ ($j=1,2,\dots,32$),
maksimum etkiyi hesaplarken $\max r_{2,j}$ ($j=1,2,\dots,32$) ve kısıtlar yukarıda tanımlandığı gibi olacaktır.

Sevkiyat performansı ana kriterine olan etkileri temsil eden $r_{3,1}, r_{3,2}, r_{3,3}, \dots, r_{3,32}$ için kullanılacak kısıtlar:

$$1.5r_{3,1} - r_{3,2} \leq 0,$$

$$r_{3,2} - 3r_{3,1} \leq 0,$$

$$1.5r_{3,3} - r_{3,1} \leq 0,$$

$$r_{3,1} - 3r_{3,3} \leq 0,$$

$$r_{3,2} = r_{3,6} = r_{3,7} = r_{3,12} = r_{3,13} = r_{3,14} = r_{3,15} = r_{3,16} = r_{3,17} = r_{3,18} = r_{3,19} = r_{3,21} = r_{3,22} = r_{3,23} =$$

$$r_{3,25} = r_{3,26} = r_{3,28} = r_{3,29} = r_{3,30} = r_{3,31} = r_{3,32},$$

$$r_{3,1} = r_{3,4} = r_{3,8} = r_{3,9} = r_{3,11},$$

$$r_{3,3} = r_{3,5} = r_{3,10} = r_{3,20} = r_{3,24} = r_{3,27},$$

$$\begin{aligned}
& r_{3,1} + r_{3,2} + r_{3,3} + r_{3,4} + r_{3,5} + r_{3,6} + r_{3,7} + r_{3,8} + r_{3,9} + r_{3,10} + r_{3,11} + r_{3,12} + r_{3,13} + r_{3,14} + r_{3,15} + r_{3,16} + \\
& r_{3,17} + r_{3,18} + r_{3,19} + r_{3,20} + r_{3,21} + r_{3,22} + r_{3,23} + r_{3,24} + r_{3,25} + r_{3,26} + r_{3,27} + r_{3,28} + r_{3,29} + r_{3,30} + r_{3,31} \\
& + r_{3,32} = 1, \\
& r_{3,1}, r_{3,2}, r_{3,3}, r_{3,4}, r_{3,5}, r_{3,6}, r_{3,7}, r_{3,8}, r_{3,9}, r_{3,10}, r_{3,11}, r_{3,12}, r_{3,13}, r_{3,14}, r_{3,15}, r_{3,16}, r_{3,17}, r_{3,18}, r_{3,19}, r_{3,20}, r_{3,21}, \\
& r_{3,22}, r_{3,23}, r_{3,24}, r_{3,25}, r_{3,26}, r_{3,27}, r_{3,28}, r_{3,29}, r_{3,30}, r_{3,31}, r_{3,32} \geq 0.
\end{aligned}$$

$r_{3,1}, r_{3,2}, r_{3,3}, \dots, r_{3,32}$ ile gösterilen etkilerin her birinin minimum ve maksimum değerlerini hesaplamak için amaç fonksiyonları:

minimum etkiyi hesaplarken $\min r_{3,j}$ ($j=1,2,\dots,32$),

maksimum etkiyi hesaplarken $\max r_{3,j}$ ($j=1,2,\dots,32$) ve kısıtlar yukarıda tanımlandığı gibi olacaktır.

Yönetim ana kriterine olan etkileri temsil eden $r_{4,1}, r_{4,2}, r_{4,3}, \dots, r_{4,32}$ için kullanılacak kısıtlar:

$$1.5r_{4,1} - r_{4,6} \leq 0,$$

$$r_{4,6} - 3r_{4,1} \leq 0,$$

$$1.5r_{4,3} - r_{4,1} \leq 0,$$

$$r_{4,1} - 3r_{4,3} \leq 0,$$

$$r_{4,5} = 0,$$

$$r_{4,6} = r_{4,7} = r_{4,8} = r_{4,9} = r_{4,10} = r_{4,11} = r_{4,12} = r_{4,13} = r_{4,15} = r_{4,19} = r_{4,20} = r_{4,21} = r_{4,22} = r_{4,23} =$$

$$r_{4,24} = r_{4,25} = r_{4,26} = r_{4,27} = r_{4,28} = r_{4,29} = r_{4,30} = r_{4,32},$$

$$r_{4,1} = r_{4,2} = r_{4,4} = r_{4,14} = r_{4,16} = r_{4,17} = r_{4,18} = r_{4,31},$$

$$r_{4,1} + r_{4,2} + r_{4,3} + r_{4,4} + r_{4,5} + r_{4,6} + r_{4,7} + r_{4,8} + r_{4,9} + r_{4,10} + r_{4,11} + r_{4,12} + r_{4,13} + r_{4,14} + r_{4,15} + r_{4,16} + r_{4,17} + r_{4,18} + r_{4,19} + r_{4,20} + r_{4,21} + r_{4,22} + r_{4,23} + r_{4,24} + r_{4,25} + r_{4,26} + r_{4,27} + r_{4,28} + r_{4,29} + r_{4,30} + r_{4,31} + r_{4,32} = 1,$$

$$r_{4,1}, r_{4,2}, r_{4,3}, r_{4,4}, r_{4,5}, r_{4,6}, r_{4,7}, r_{4,8}, r_{4,9}, r_{4,10}, r_{4,11}, r_{4,12}, r_{4,13}, r_{4,14}, r_{4,15}, r_{4,16}, r_{4,17}, r_{4,18}, r_{4,19}, r_{4,20}, r_{4,21}, r_{4,22}, r_{4,23}, r_{4,24}, r_{4,25}, r_{4,26}, r_{4,27}, r_{4,28}, r_{4,29}, r_{4,30}, r_{4,31}, r_{4,32} \geq 0.$$

$r_{4,1}, r_{4,2}, r_{4,3}, \dots, r_{4,32}$ ile gösterilen etkilerin her birinin minimum ve maksimum değerlerini hesaplamak için amaç fonksiyonları:

minimum etkiyi hesaplarken $\min r_{4,j}$ ($j=1,2,\dots,32$),

maksimum etkiyi hesaplarken $\max r_{4,j}$ ($j=1,2,\dots,32$) ve kısıtlar yukarıda tanımlandığı gibi olacaktır.

Sürekli iyileştirme ana kriterine olan etkileri temsil eden $r_{5,1}, r_{5,2}, r_{5,3}, \dots, r_{5,32}$ için kullanılacak kısıtlar:

$$1.5r_{5,1} - r_{5,2} \leq 0,$$

$$r_{5,2} - 3r_{5,1} \leq 0,$$

$$\begin{aligned}
r_{5,2} = r_{5,3} = r_{5,6} = r_{5,7} = r_{5,8} = r_{5,9} = r_{5,11} = r_{5,12} = r_{5,13} = r_{5,16} = r_{5,18} = r_{5,19} = r_{5,20} = r_{5,21} = \\
r_{5,22} = r_{5,23} = r_{5,24} = r_{5,25} = r_{5,26} = r_{5,28} = r_{5,29} = r_{5,30} = r_{5,31} = r_{5,32}, \\
r_{5,1} = r_{5,4} = r_{5,5} = r_{5,10} = r_{5,14} = r_{5,15} = r_{5,17} = r_{5,27}, \\
r_{5,1} + r_{5,2} + r_{5,3} + r_{5,4} + r_{5,5} + r_{5,6} + r_{5,7} + r_{5,8} + r_{5,9} + r_{5,10} + r_{5,11} + r_{5,12} + r_{5,13} + r_{5,14} + r_{5,15} + r_{5,16} + \\
r_{5,17} + r_{5,18} + r_{5,19} + r_{5,20} + r_{5,21} + r_{5,22} + r_{5,23} + r_{5,24} + r_{5,25} + r_{5,26} + r_{5,27} + r_{5,28} + r_{5,29} + r_{5,30} + r_{5,31} + \\
r_{5,32} = 1, \\
r_{5,1}, r_{5,2}, r_{5,3}, r_{5,4}, r_{5,5}, r_{5,6}, r_{5,7}, r_{5,8}, r_{5,9}, r_{5,10}, r_{5,11}, r_{5,12}, r_{5,13}, r_{5,14}, r_{5,15}, r_{5,16}, r_{5,17}, r_{5,18}, r_{5,19}, r_{5,20}, r_{5,21}, \\
r_{5,22}, r_{5,23}, r_{5,24}, r_{5,25}, r_{5,26}, r_{5,27}, r_{5,28}, r_{5,29}, r_{5,30}, r_{5,31}, r_{5,32} \geq 0.
\end{aligned}$$

$r_{5,1}, r_{5,2}, r_{5,3}, \dots, r_{5,32}$ ile gösterilen etkilerin her birinin minimum ve maksimum değerlerini hesaplamak için amaç fonksiyonları:
minimum etkiyi hesaplarken $\min r_{5,j}$ ($j=1,2,\dots,32$),
maksimum etkiyi hesaplarken $\max r_{5,j}$ ($j=1,2,\dots,32$) ve kısıtlar yukarıda tanımlandığı gibi olacaktır.

Tedarikçi ilişkileri ana kriterine olan etkileri temsil eden $r_{6,1}, r_{6,2}, r_{6,3}, \dots, r_{6,32}$ için kullanılacak kısıtlar:

$$1.5r_{6,3} - r_{6,1} \leq 0,$$

$$r_{6,1} - 3r_{6,3} \leq 0,$$

$$1.5r_{6,5} - r_{6,3} \leq 0,$$

$$r_{6,3} - 3r_{6,5} \leq 0,$$

$$r_{6,1} = r_{6,2} = r_{6,12} = r_{6,13} = r_{6,19} = r_{6,20} = r_{6,22} = r_{6,27} = r_{6,28} = r_{6,29} = r_{6,31} = r_{6,32},$$

$$r_{6,3} = r_{6,4} = r_{6,6} = r_{6,7} = r_{6,8} = r_{6,9} = r_{6,11} = r_{6,17} = r_{6,15} = r_{6,16} = r_{6,17} = r_{6,18} = r_{6,21} = r_{6,30},$$

$$r_{6,5} = r_{6,10} = r_{6,23} = r_{6,24} = r_{6,25} = r_{6,26},$$

$$\begin{aligned}
r_{6,1} + r_{6,2} + r_{6,3} + r_{6,4} + r_{6,5} + r_{6,6} + r_{6,7} + r_{6,8} + r_{6,9} + r_{6,10} + r_{6,11} + r_{6,12} + r_{6,13} + r_{6,14} + r_{6,15} + \\
r_{6,16} + r_{6,17} + r_{6,18} + r_{6,19} + r_{6,20} + r_{6,21} + r_{6,22} + r_{6,23} + r_{6,24} + r_{6,25} + r_{6,26} + r_{6,27} + r_{6,28} + r_{6,29} + \\
r_{6,30} + r_{6,31} + r_{6,32} = 1,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
r_{6,1}, r_{6,2}, r_{6,3}, r_{6,4}, r_{6,5}, r_{6,6}, r_{6,7}, r_{6,8}, r_{6,9}, r_{6,10}, r_{6,11}, r_{6,12}, r_{6,13}, r_{6,14}, r_{6,15}, r_{6,16}, r_{6,17}, r_{6,18}, r_{6,19}, r_{6,20}, r_{6,21}, \\
r_{6,22}, r_{6,23}, r_{6,24}, r_{6,25}, r_{6,26}, r_{6,27}, r_{6,28}, r_{6,29}, r_{6,30}, r_{6,31}, r_{6,32} \geq 0.
\end{aligned}$$

$r_{6,1}, r_{6,2}, r_{6,3}, \dots, r_{6,32}$ ile gösterilen etkilerin her birinin minimum ve maksimum değerlerini hesaplamak için amaç fonksiyonları:

minimum etkiyi hesaplarken $\min r_{6,j}$ ($j=1,2,\dots,32$),

maksimum etkiyi hesaplarken $\max r_{6,j}$ ($j=1,2,\dots,32$) ve kısıtlar yukarıda tanımlandığı gibi olacaktır.

Yukarıda tanımlanan tüm doğrusal programlamalar çalıştırıldığında, her alt kriterin her ana kritere minimum ve maksimum etkileri Çizelge 4.5.'te görüldüğü gibi elde edilecektir.

Çizelge 4.5. Her Alt Kriterin Her Ana Kritere Minimum ve Maksimum Etkisi

		Madde a.a	Madde a.b	Madde a.c	Madde a.d	Madde a.e	Madde a.f	Madde a.g	Madde a.h	Madde a.j	Madde b.a	Madde b.b	Madde b.c	Madde b.d	Madde c.a	Madde c.b	Madde c.c
a. KALİTE PERF.	min	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,012	0,034	0,034	0,012	0,034	0,012	0,012
	max	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,023	0,037	0,037	0,023	0,037	0,023	0,023
b. MALİYET PERF.	min	0,013	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,013	0,013	0,035	0,035	0,013	0,035	0,035	0,035	0,013
	max	0,024	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,024	0,024	0,040	0,040	0,024	0,040	0,040	0,040	0,024
c. SEVKİYAT PERF.	min	0,014	0,037	0,005	0,014	0,005	0,037	0,037	0,014	0,014	0,005	0,014	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
	max	0,026	0,043	0,016	0,026	0,016	0,043	0,043	0,026	0,026	0,016	0,026	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
d. YÖNETİM PERF.	min	0,013	0,013	0,004	0,013	0,000	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,013	0,036	0,013
	max	0,024	0,024	0,016	0,024	0,000	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,024	0,040	0,024
e. SÜREKLİ İYİL.	min	0,013	0,034	0,034	0,013	0,013	0,034	0,034	0,034	0,013	0,034	0,034	0,034	0,034	0,013	0,013	0,034
	max	0,023	0,038	0,038	0,023	0,023	0,038	0,038	0,038	0,038	0,023	0,038	0,038	0,038	0,023	0,023	0,038
f. TEDARİKÇİ İLİŞK.	min	0,042	0,042	0,019	0,019	0,006	0,019	0,019	0,019	0,019	0,006	0,019	0,042	0,042	0,019	0,019	0,019
	max	0,058	0,058	0,029	0,029	0,185	0,029	0,029	0,029	0,029	0,185	0,029	0,058	0,058	0,029	0,029	0,029

Çizelge 4.5.(Devam) Her Alt Kriterin Her Ana Kritere Minimum ve Maksimum Etkisi

		Madde c.d	Madde c.e	Madde d.a	Madde d.b	Madde d.c	Madde d.d	Madde d.e	Madde d.f	Madde d.g	Madde d.h	Madde d.j	Madde e.a	Madde e.b	Madde e.c	Madde f.a	Madde f.b
a. KALİTE PERF.	min	0,034	0,012	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,012	0,034	0,034	0,004	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
	max	0,037	0,023	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037	0,023	0,037	0,037	0,015	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
b. MALİYET PERF.	min	0,013	0,035	0,013	0,013	0,035	0,035	0,035	0,004	0,035	0,035	0,004	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
	max	0,024	0,040	0,024	0,024	0,040	0,040	0,040	0,016	0,040	0,040	0,016	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
c. SEVKİYAT PERF.	min	0,037	0,037	0,037	0,005	0,037	0,037	0,037	0,005	0,037	0,037	0,005	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
	max	0,043	0,043	0,043	0,016	0,043	0,043	0,043	0,016	0,043	0,043	0,016	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
d. YÖNETİM PERF.	min	0,013	0,013	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,013	0,036
	max	0,024	0,024	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,024	0,040
e. SÜREKLİ İYİL.	min	0,013	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,013	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
	max	0,023	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,023	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
f. TEDARİKÇİ İLİŞK.	min	0,019	0,019	0,042	0,042	0,019	0,042	0,006	0,006	0,006	0,006	0,042	0,042	0,042	0,019	0,042	0,042
	max	0,029	0,029	0,058	0,058	0,029	0,058	0,185	0,185	0,185	0,185	0,058	0,058	0,058	0,029	0,058	0,058

Çizelge 4.5'teki sonuçlar her bir alt kriterin her bir ana kritere tek tek etkisini göstermektedir. Bu aşamada yapılması gereken, her bir alt kriterin tüm ana kriterlere toplam etkisinin ne olduğunu bulmaktır. Bu değer, her bir alt kriterin önceliğini veya ağırlığını temsil edecektir.

Bölüm 3.2.2.3'te gösterilen doğrusal programlamaya göre alt kriterlerin etki ettikleri ana kriterlerin d_i ile gösterilen önem dereceleri arasındaki ilişkiler programlamada kısıt olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, birbirini takip eden iki QFD matrisi kullanılmaktadır ve matrisler birbirleri ile ilişkilidir. Bölüm 4.2.'de Çizelge 4.2.'deki QFD Matrisi üzerinde ana kriterlerin genel performansa toplam etkilerinin x, y, z değişkenleri ile 15 ISO/TS 16949 denetçisi tarafından değerlendirilmesinin sonucu verilmişti. Bu toplam etkiler, ana kriterlerin önem dereceleri veya önceliklerini temsil ettiğinden; doğrusal programlamada d_i değişkeni yerine kullanılacaktır.

Çizelge 4.2. gözden geçirildiğinde kısmi bilgiye sahip olduğu durum için d_i önem dereceleri arasındaki ilişkiler aşağıdaki gibi ifade edilecektir:

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5.$$

Buna göre, bölüm 3.2.2.3'te değinilen doğrusal programlama, Madde a.a. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkileri için aşağıdaki gibi oluşturulacaktır:

$$\min 0.034d_1 + 0.013d_2 + 0.014d_3 + 0.013d_4 + 0.125d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.024d_2 + 0.026d_3 + 0.024d_4 + 0.023d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde a.b. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.004d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.024d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde a.c. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.005d_3 + 0.004d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.016d_3 + 0.016d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde a.d. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.014d_3 + 0.013d_4 + 0.0125d_5 + 0.185d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.026d_3 + 0.024d_4 + 0.023d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde a.e. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.005d_3 + 0.012d_5 + 0.006d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.04d_2 + 0.016d_3 + 0.023d_5 + 0.185d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

Madde a.f. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
\min & 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6 \\
\text{s.t.} &
\end{aligned}$$

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

Madde a.g. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
\min & 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6 \\
\text{s.t.} &
\end{aligned}$$

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde a.h. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.013d_2 + 0.014d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.024d_2 + 0.026d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde a.j. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.013d_2 + 0.014d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.024d_2 + 0.026d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde b.a. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.012d_1 + 0.035d_2 + 0.004d_3 + 0.036d_4 + 0.012d_5 + 0.006d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.023d_1 + 0.040d_2 + 0.016d_3 + 0.040d_4 + 0.023d_5 + 0.185d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde b.b. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.014d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.026d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde b.c. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.013d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.024d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde b.d. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.012d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.023d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde c.a. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.013d_4 + 0.012d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.024d_4 + 0.023d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde c.b. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.012d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.012d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.023d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.023d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde c.c. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.012d_1 + 0.013d_2 + 0.037d_3 + 0.013d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.023d_1 + 0.024d_2 + 0.043d_3 + 0.024d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde c.d. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.013d_2 + 0.037d_3 + 0.013d_4 + 0.012d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.024d_2 + 0.043d_3 + 0.024d_4 + 0.023d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde c.e. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.012d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.013d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.023d_1 + 0.040d_2 + 0.042d_3 + 0.024d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde d.a. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.013d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.024d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde d.b. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.013d_2 + 0.005d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.024d_2 + 0.016d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

Madde d.c. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
\min & 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.018d_6 \\
\text{s.t.} &
\end{aligned}$$

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

Madde d.d. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
\min & 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6 \\
\text{s.t.} &
\end{aligned}$$

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$\begin{aligned}
d_1 &= d_2 = d_3 = d_4 = d_5, \\
d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 &= 1, \\
d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 &\geq 0.
\end{aligned}$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde d.e. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.064d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.185d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde d.f. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.012d_1 + 0.004d_2 + 0.005d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.006d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.022d_1 + 0.016d_2 + 0.016d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.185d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde d.g. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.064d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.185d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde d.h. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.064d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.185d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde d.j. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.004d_1 + 0.004d_2 + 0.005d_3 + 0.036d_4 + 0.012d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.015d_1 + 0.016d_2 + 0.016d_3 + 0.040d_4 + 0.022d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde e.a. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde e.b. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde e.c. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.019d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.029d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde f.a. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.013d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.024d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Madde f.b. ile ifade edilen alt kriterin minimum ve maksimum etkilerinin hesaplanması için doğrusal programlama aşağıdaki gibidir:

$$\min 0.034d_1 + 0.035d_2 + 0.037d_3 + 0.036d_4 + 0.034d_5 + 0.042d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

ve

$$\max 0.037d_1 + 0.040d_2 + 0.043d_3 + 0.040d_4 + 0.037d_5 + 0.058d_6$$

s.t.

$$1.5d_6 \leq d_1 \leq 3d_6,$$

$$d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5,$$

$$d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 = 1,$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 \geq 0.$$

Yukarıda tanımlanan doğrusal programlamalar çalıştırılarak her bir alt kriterin tüm ana kriterlere toplam minimum ve maksimum etkileri hesaplanır. Daha önce tanımlandığı gibi “her kriterin ortalama toplam etkisi, minimum toplam etki t, maksimum toplam etki z olmak üzere, $(t+z)/2$ 'ye eşittir.” kabulü ile tüm alt kriterlerin ana kriterlere minimum toplam, maksimum toplam ve ortalama toplam etkileri Çizelge 4.6. üzerinde görüldüğü gibi olacaktır.

Çizelge 4.6. Alt Kriterlerin Tüm Ana Kriterlere Toplam Etkileri

ALT KRİTERLER	Madde a.a	Madde a.b	Madde a.c	Madde a.d	Madde a.e	Madde a.f	Madde a.g	Madde a.h	Madde a.j	Madde b.a	Madde b.b	Madde b.c	Madde b.d	Madde c.a	Madde c.b	Madde c.c
TÜM ANA KRİTERLERE:																
min toplam etki	0,04	0,03	0,022	0,021	0,016	0,033	0,033	0,025	0,025	0,019	0,029	0,032	0,032	0,026	0,026	0,022
max toplam etki	0,03	0,039	0,029	0,03	0,042	0,039	0,039	0,033	0,033	0,047	0,036	0,039	0,039	0,033	0,034	0,03
ortalama toplam etki	0,035	0,034	0,026	0,026	0,029	0,036	0,036	0,029	0,029	0,033	0,033	0,035	0,035	0,029	0,03	0,026

Çizelge 4.6(Devam). Alt Kriterlerin Tüm Ana Kriterlere Toplam Etkileri

TÜM ANA KRİTERLERE:	ALT KRİTERLER															
	Madde c.d	Madde c.e	Madde d.a	Madde d.b	Madde d.c	Madde d.d	Madde d.e	Madde d.f	Madde d.g	Madde d.h	Madde d.i	Madde d.j	Madde e.a	Madde e.b	Madde e.c	Madde f.a
min toplam etki	0,022	0,026	0,032	0,025	0,033	0,036	0,032	0,017	0,032	0,032	0,014	0,036	0,036	0,033	0,031	0,036
max toplam etki	0,03	0,033	0,039	0,034	0,039	0,042	0,057	0,045	0,057	0,057	0,026	0,042	0,042	0,039	0,039	0,042
ortalama toplam etki	0,026	0,029	0,035	0,03	0,036	0,039	0,044	0,031	0,044	0,044	0,02	0,039	0,039	0,036	0,035	0,039

4.2.2. Ortalama Toplam Etkilerin Normalizasyonu

Önceki bölümlerde doğrusal programlamalarla hesaplanan ortalama etkiler, oylamalı AHP yönteminde önem katsayıları olarak kullanılacaktır. Oylamalı AHP'nin kurallarına göre aynı hiyerarşi seviyesindeki kriterlerin önem katsayılarının toplamı 1 olmalıdır.

Doğrusal programlamada tüm önem katsayılarının toplamını 1 olmaya zorlayan kısıt ile normalizasyon kavramı programlamanın içinde kullanılmıştır. Fakat bu programlama, her kriter için ayrı ayrı çözüldüğünden ve her kriter ayrı ayrı optimize edilerek hepsi için farklı programlamalardan elde edilen sonuçlar seçildiğinden, önem katsayılarının toplamı 1'e çok yakın olmakla birlikte eşit değildir. Bu sebeple, katsayılar bölüm 3.2.2.3'te izah edildiği şekilde normalize edilerek Çizelge 4.7. ve 4.8.'deki toplam etkiler elde edilmiştir.

Tüm alt kriterlerin tüm ana kriterlere etkisi bulunduğu göz önüne alındığından, tüm alt kriterlerin aynı hiyerarşi seviyesinde olduğu düşünülerek alt kriterlerin tamamının toplam etkileri 1 olacak şekilde normalizasyon yapılmıştır.

Çizelge 4.7. Alt Kriterlerin Tüm Ana Kriterlere Normalize Edilmiş Ortalama Toplam Etkisi

TÜM ANA KRİTERLERE:	ALT KRİTERLER															
	Madde a.a	Madde a.b	Madde a.c	Madde a.d	Madde a.e	Madde a.f	Madde a.g	Madde a.h	Madde a.i	Madde b.a	Madde b.b	Madde b.c	Madde b.d	Madde c.a	Madde c.b	Madde c.c
normalize edilmiş ortalama toplam etki	0,033	0,032	0,024	0,024	0,027	0,034	0,034	0,027	0,027	0,031	0,03	0,033	0,033	0,027	0,028	0,024

Çizelge 4.7(Devam). Alt Kriterlerin Tüm Ana Kriterlere Normalize Edilmiş Ortalama Toplam Etkisi

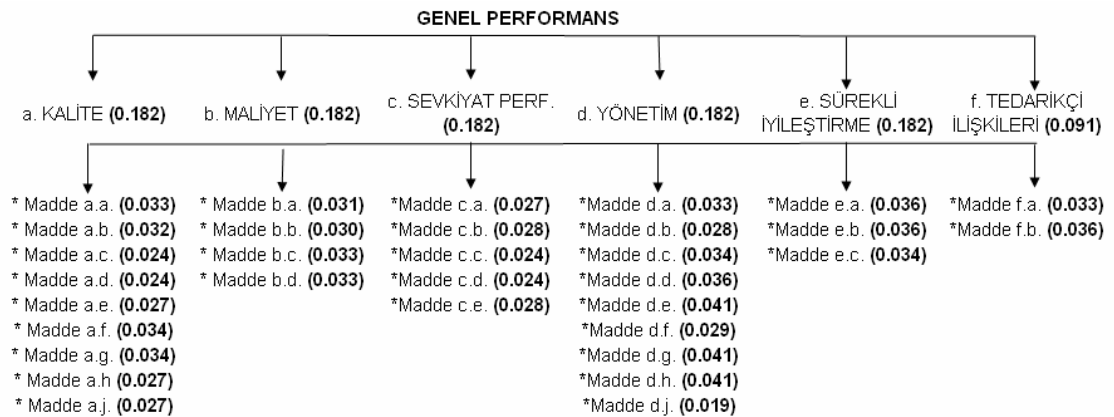
ALT KRİTERLER	Madde c.d	Madde c.e	Madde d.a	Madde d.b	Madde d.c	Madde d.d	Madde d.e	Madde d.f	Madde d.g	Madde d.h	Madde d.j	Madde e.a	Madde e.b	Madde e.c	Madde f.a	Madde f.b
TÜM ANA KRİTERLERE:																
normalize edilmiş ortalama toplam etki	0,024	0,028	0,033	0,028	0,034	0,036	0,041	0,029	0,041	0,041	0,019	0,036	0,036	0,034	0,033	0,036

Çizelge 4.8. Ana Kriterlerin Genel Performansa Normalize Edilmiş Ortalama Toplam Etkisi

ANA KRİTERLER	KALİTE P.	MALİYET P.	SEVKİYAT P.	YÖNETİM P.	SÜREKLİ İYİL. P.	TEDARİKÇİ İLİŞK. P.
GENEL PERFORMANSA:						
normalize edilmiş ortalama toplam etki	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	0,091

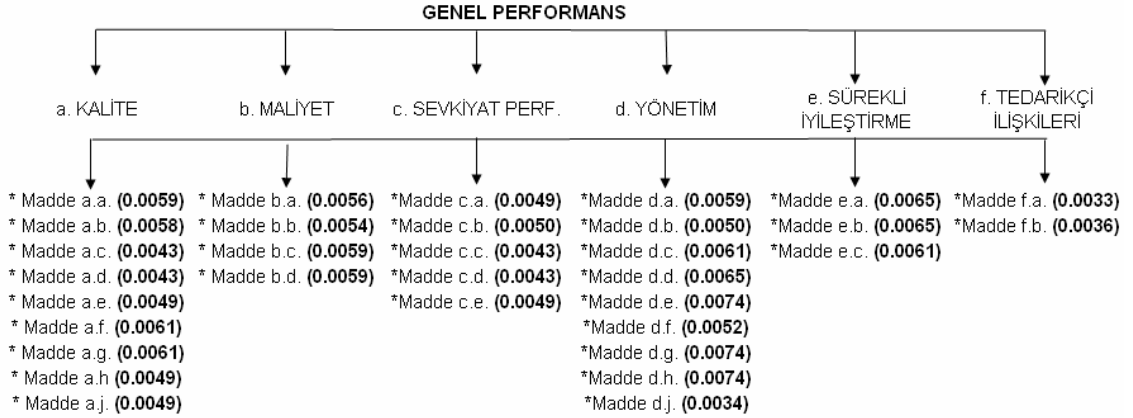
4.2.3. Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Hiyerarşik Yapısında Katsayılar

Seçme ve değerlendirme sisteminin bölüm 3.2.2’de izah edilen hiyerarşik yapısı, bir önceki bölümde elde edilen ortalama toplam etki değerleri yani önem katsayıları ile birlikte Şekil 4.1.’deki gibi ifade edilebilir:



Şekil 4.1. Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Hiyerarşik Yapısında Kriterlerin Önem Katsayıları

Oylamalı AHP yöntemi kullanılarak uygulanacak olan seçme ve değerlendirme sisteminde, her bir alt kriterin ağırlıklı önem katsayısı, alt kriterin önem katsayısı ile hiyerarşide bağlı olduğu ana kriterin önem katsayısının çarpımından oluşmaktadır. Buna göre, alt kriterlerin ağırlıklı önem katsayıları Şekil 4.2. üzerinde görülmektedir.



Şekil 4.2. Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Hiyerarşik Yapısında Alt Kriterlerin Ağırlıklı Önem Katsayıları

4.2.4. Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Uygulaması

Seçme ve değerlendirme sisteminin uygulamasında kullanıcı, Madde a.a.-Madde f.b. aralığında isimlendirilen 32 adet alt kriteri EK1’de tarif edilen temel gereklilikler doğrultusunda tedarikçi işletmede değerlendirdikten sonra her kritere [1,10] skalasında puan verecektir. Her alt kritere verilen puan, ilgili kriterin Şekil 4.2.’de görülen katsayısıyla çarpılacak ve bu çarpımların toplamı, tedarikçi işletmenin genel performans puanını oluşturacaktır.

$$\text{Genel Performans Puanı} = \sum_{i=1}^{32} (\text{alt kriter puanı})_i \times (\text{alt kriterin önem katsayısı})$$

Şekil 4.2.de görülen alt kriter önem katsayıları ve belirlenen [1,10] skalasına göre, bir tedarikçinin alabileceği maksimum puan 1.75531, minimum puan ise 0.17553’tür.

Değerlendirme için tedarikçiler 4 sınıfa bölünmüştür:

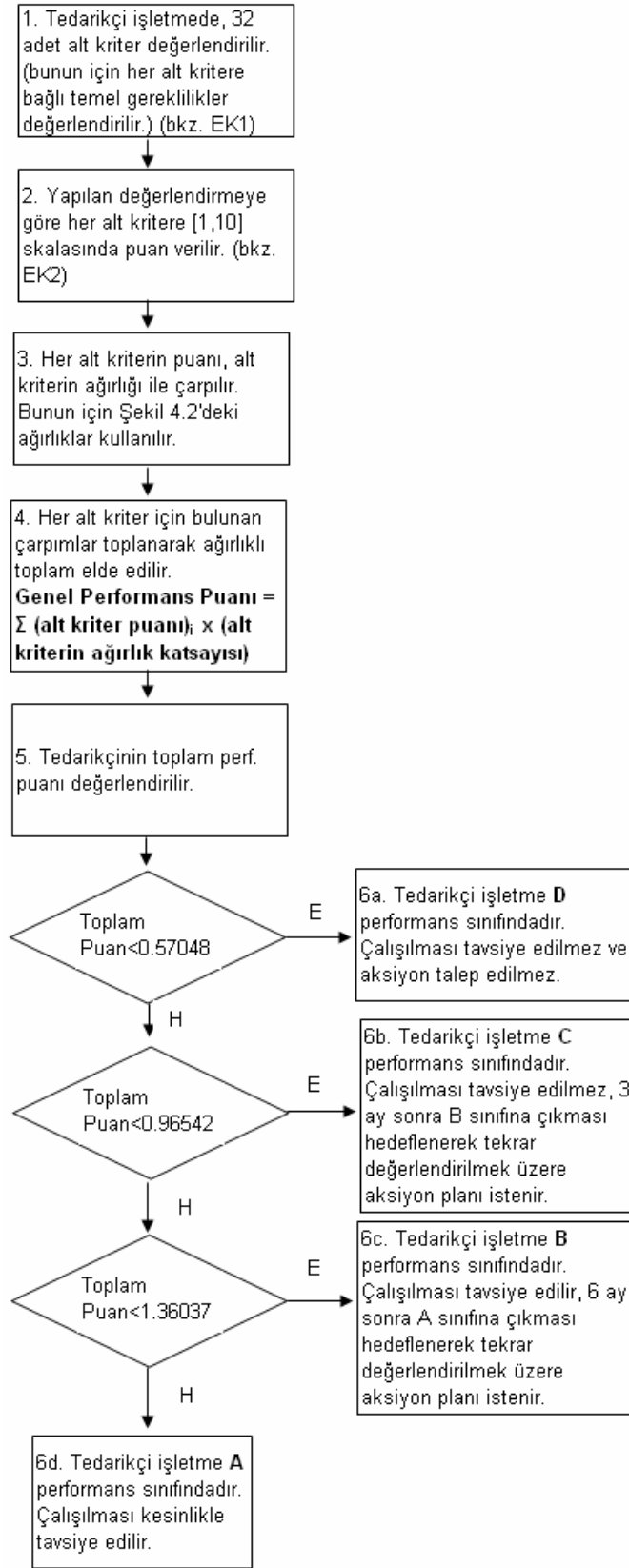
- A sınıfı tedarikçi: Çalışılması kesinlikle tavsiye edilen tedarikçi grubudur.

- B sınıfı tedarikçi: Çalışılması tavsiye edilen tedarikçi grubudur. Tedarikçiden 6 ay sonra A sınıfına çıkmayı hedefleyecek şekilde bir aksiyon planı istenir ve 6 ay sonunda tedarikçi firma aynı kriterlere göre yeniden denetlenir.
- C sınıfı tedarikçi: Çalışılması tavsiye edilmeyen tedarikçi grubudur. Tedarikçiden 3 ay sonra B sınıfına çıkmayı hedefleyecek şekilde bir aksiyon planı istenir ve 3 ay sonunda tedarikçi firma aynı kriterlere göre yeniden denetlenir. Tedarikçi B sınıfına ulaşmayı başarır, yukarıda tanımlanan B sınıfı kriterlerinin gerekleri yapılır.
- D sınıfı tedarikçi: Çalışmaya uygun görülmeyen tedarikçi sınıfıdır. Aksiyon planı talep edilmez.

Maksimum puanın 1.75531, minimum puanın ise 0.17553 olduğu bu durumda, maksimum ve minimum puan arasındaki aralığın dört eşit parçaya bölünmesiyle, tedarikçi sınıf aralıkları aşağıdaki gibi tanımlanacaktır:

- A sınıfı tedarikçinin puan aralığı: [1.36037,1.75531]
- B sınıfı tedarikçinin puan aralığı: [0.96542,1.36036]
- C sınıfı tedarikçinin puan aralığı: [0.57048,0.96541]
- D sınıfı tedarikçinin puan aralığı: [0.17553,0.57047]

Buna göre, tasarlanan tedarikçi seçme ve değerlendirme sisteminin uygulama adımları Şekil 4.3. ile ifade edilen akış şemasında görüldüğü gibidir. Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren gerçek bir işletmede yapılan değerlendirme sonucu performans puanının hesaplanmasına ilişkin örnek EK3'te görülmektedir.



Şekil 4.3. Tasarlanan Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sisteminin Uygulama Adımları

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Önceki bölümlerde, ISO/TS 16949:2002 teknik şartnamesinin otomotiv sektörünün en temel gerekliliği haline geldiği, tüm ana üretici firmaların geçerliliğini kabul ettiği ve tedarikçilerinden talep ettiği bu şartnamenin gerekliliklerini yerine getirmeden, herhangi bir tedarikçi firmanın otomotiv sektöründe üretim yapan firmalara parça tedarik etmesinin mümkün olmayacağı açıklanmıştı.

Yapılan bu çalışmanın amacı, ISO/TS 16949:2002'ye göre bir tedarikçi seçme ve değerlendirme sistemi geliştirilmesi ve dünya endüstrisinde de önemli bir paya sahip olan otomotiv endüstrisinde geniş çapta faaliyet göstermenin ön şartı olan ISO/TS 16949:2002 şartnamesini literatüre tanıtmaktır. Günümüzde işletmeler ISO/TS 16949:2002 için büyük yatırımlar yapmakta, yeni personel istihdam etmekte ve yetiştirmekte, bu şartname doğrultusunda kalite güvence sistemlerini yeniden şekillendirmekte ve tüm otomotiv üreticileri tedarikçilerine bu standardı ön şart koşmakta iken literatürde bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu çalışma ilk olarak literatürdeki bu boşluğu doldurmaktadır.

Doğru uygulamalarla ISO/TS 16949:2002'nin gerekliliklerini karşılamak ancak şartnamenin doğru şekilde yorumlanması ile mümkün olur. Bu çalışma, şartnamenin gereklerini otomotiv sektöründeki uygulamalara atıfta bulunarak net bir soru listesi haline getirmiş, bu şekilde şartların denetçi veya tedarikçi işletme tarafından farklı veya yanlış yorumlanmasını önlemiştir.

Bir firmanın doğru, iyi ve ISO/TS 16949:2002 gerekliliklerine uygun üretim yapması ve sistemini işletmesi, ancak birlikte çalıştığı firmaların da bu sistemi doğru şekilde işletmesi ile mümkündür. Özellikle, yüzlerce veya binlerce farklı parça tedarik ederek bunları direkt olarak üretiminde kullanan büyük firmalarda tedarikçilerin kalite güvence sistemlerinin ISO/TS 16949:2002'ye uygunluğu daha da önem kazanmaktadır. Bununla birlikte, ölçeğinden bağımsız şekilde otomotiv sektöründeki tüm işletmelerin tedarikçilerinin kalite güvence sistemlerinin ISO/TS 16949:2002'e uygunluğundan emin olmaları gerekir.

Çalışma, bir tedarikçinin kalite güvence sisteminin ISO/TS 16949:2002'e uygunluğunu denetlemek ve bu yolla eksikliklerini belirleyerek aksiyon almalarını sağlamak veya yeni bir tedarikçi seçme aşamasında iken uygun ve/veya en iyi tedarikçiyi seçmek için bir sistem geliştirmiştir.

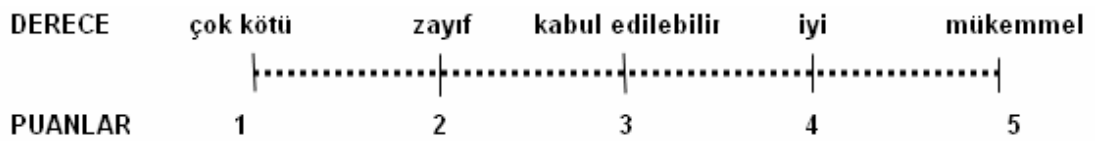
Söz konusu sistem, son haliyle sadece tedarikçi firmalara değil, her işletmenin kendi bünyesinde de uygulayabileceği bir yapıda tasarlanmıştır.

Sonuçta kullanıcıya, ISO/TS 16949:2002 şartnamesi gereklilikleri ile tam uyumlu, uygulamaya hazır bir soru listesi sunulmuştur; öyle ki bu soru listesi ile otomotiv sektörünün tüm ihtiyaçları denetlenmektedir.

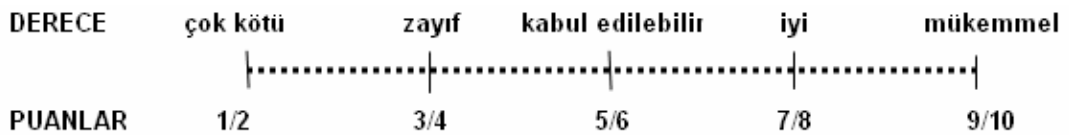
Geliştirilen sistemin uygulama kolaylığı, sistemin direkt olarak otomotiv sektörüne uygulanabilmesini sağlamaktadır. Kullanıcının herhangi bir konuda eğitim alması gerekmediği gibi, ISO/TS 16949:2002 gerekliliklerine çok hakim olmadığı durumda bile kolaylıkla kullanılabilir.

Tedarikçi seçme ve değerlendirme sisteminde geliştirilmek üzere ele alınan sektördeki mevcut sistemlere ait değerlendirme soruları geliştirilerek ISO/TS 16949:2002 ile tam uyumlu hale getirilmiş ve yeni soru listesi, daha sağlıklı puanlamaya olanak verebilmesi için hiyerarşik seviyelere bölünmüştür.

Mevcut uygulamalarda genellikle soruların puanlaması için [1,5] ölçeği baz alınırken, bu sistemde esnekliği sağlamak amacıyla [1,10] ölçeği tercih edilmiştir. İki ölçeğin esneklik farkı Şekil 5.1. ve Şekil 5.2. üzerinde görülmektedir.



Şekil 5.1. Geleneksel Değerlendirme Ölçeği



Şekil 5.2. Geliştirilen Sistemin Değerlendirme Ölçeği

Bununla birlikte geleneksel sistemlerde, tedarikçinin puanı her soruya verilen puanların basit aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmakta ve sorulan her sorunun önem derecesi eşit değerde sayılmakta iken; yeni sistem her değerlendirme sorusuna önem derecesini temsil eden bir ağırlık atamıştır. Bunu belirlemek için öncelikle:

1. Analitik Hiyerarşi Prosesi ile hiyerarşi seviyeleri belirlenmiştir.
2. Sağlıklı değerlendirme için geleneksel AHP yöntemi yerine Oylamalı Analitik Hiyerarşi Prosesi seçilmiştir. Bunun sebepleri, oylamalı AHP'nin masa başında uygulanma zorunluluğunun olmaması ile de ilişkili olup aşağıdaki gibi özetlenebilir:
 - a. Birden fazla katılımcının olduğu grup tartışmaları için çok daha etkin bir yöntemdir:
 - i. Pasif katılımcıların etkisi diğerleri ile eşittir.
 - ii. Katılımcıların bir kısmının toplantı esnasında konsantrasyon düşüklüğünün olması riski yoktur. Her sorunun önem derecesi vardır.
 - b. Geleneksel AHP'de ikili kıyaslamalar için ölçek tanımlama zorunluluğu sonuçların etkinliği ile direkt ilişkilidir ve risk doğurur. Doğru ölçek seçilemediği durumda, değerlendirme sonuçları gerçekleri tam yansıtamayacaktır.
 - c. Oylamalı AHP, geleneksel AHP yöntemine göre kullanımı çok daha kolay ve uygulaması daha az zaman alan bir yöntemdir.
3. Oylamalı AHP yöntemindeki oylama, geleneksel oylama yönteminden farklı şekilde, QFD disiplini kullanılarak uygulanmıştır. Bu şekilde, oluşturulan hiyerarşik yapılarıdaki kriterler arasındaki karmaşık ilişkiler değerlendirilmiştir. Bu karmaşık ilişkiler 15 adet ISO/TS 16949:2002 denetçisi tarafından belirlenmiştir.

AHP yönteminin mantığı, tedarikçi seçme sisteminin kriterlerinin öncelikleri ve ağırlıkları belirlenirken kullanılmakla beraber, tedarikçilerin seçilmesi için bu yöntem kullanılmamıştır.

- a. Geleneksel AHP'de değerlendirme kriterlerinin yanında, seçimi yapılacak olan adaylar da ikili kıyaslanmaktadır. Bu, sisteme yeni

bir aday eklenmesi durumunda tüm kıyaslamaların yenilenmesini gerektirir. Halbuki, özellikle çok sayıda tedarikçi ile çalışıldığı durumda tedarikçi performansları ile ilgili bir veri tabanı oluşturmak çok önemlidir ve geleneksel AHP ile bu uygulanamaz. Mevcut sistem buna olanak sağlamaktadır. Yeni bir tedarikçinin sisteme eklenmesi durumunda, sadece o tedarikçinin kriterlere göre değerlendirmesinin yapılması, performansın veri tabanına eklenmesi için yeterlidir.

- b. AHP yöntemini temel alarak mevcut tedarikçiler arasından uygun olanı seçmek mümkündür fakat AHP yöntemi tek bir tedarikçinin değerlendirme sistemi olarak kullanmaya uygun değildir.

Sonuçta,

1. Kullanıcıya ISO/TS 16949:2002 şartnamesi gereklilikleri ile tam uyumlu, uygulamaya hazır bir soru listesi sunan,
2. Uygulama kolaylığı ile kullanıcıya herhangi bir yazılım ve hatta ISO/TS 16949:2002 hakkında özel bir eğitim gerektirmeyen; sektörde uygulamaya hazır,
3. Veri tabanı oluşturmaya elverişli,
4. Her soruya önem derecesi atayarak sağlıklı puanlamaya olanak sağlayan,
5. Soru ağırlıklarınının 15 adet ISO/TS 16949:2002 denetçisinin değerlendirmeleri ile hesaplandığı,
6. Kalite güvence sistemini etkileyen tüm faktörler arasındaki karmaşık ilişkilerin göz önüne alındığı,
7. Tek bir tedarikçi sistemini değerlendirmede veya çok sayıda tedarikçi arasından seçim yapmada kullanıma uygun yapısı ile otomotiv sektöründe uygulamaya hazır
 - a. tedarikçi seçiminde,
 - b. tedarikçi değerlendirmede,
 - c. her işletmenin kendi kalite güvence sistemini denetlemede kullanılabilecek bir seçme ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

KAYNAKLAR

AKINC, U. 1993. Selecting a set of vendors in a manufacturing environment. *Journal of Operations Management*: 107-122, vol. 11, no.2.

ANONİM. 2002. Technical Specification ISO/TS 16949 Quality Management Systems – Particular Requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations, second edition. ISO.

ANONİM. 2004. ISO/TS 16949 Bilgilendirme Eğitimi Seminer Notları. LYRA Yönetim Hizmetleri ve Turizm İşletmeleri AŞ.

ANONİM. 2005. Kalite Yönetim Sistemleri-Otomotiv Üretimi ve İlgili Yedek Parça Üreticisi Kuruluşlar İçin ISO 9001:2000'in Uygulanmasına Dair Özel Şartlar, TS ISO/TS16949. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 34 s.

BEYNON, M. J. 2005. A method of aggregation in DS/AHP for group decision-making with the non-equivalent importance of individuals in the group. *Computers and Operations Research*: 1881-1896, vol.32, no.7.

BOER, L., E. LABRO, P. MORLACCHI. 2001. A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*: 75-89, vol.7, no.2.

BOER, L., L. WEGEN, J. TELGEN. 1998. Outranking methods in support of supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*: 109-118, vol.4, no. 2-3.

BÜYÜKÖZKAN, G. ve O. FEYZİOĞLU. 2005. Group decision making to better respond customer needs in software development. *Computers and Industrial Engineering*: 427-441, vol.48, no.2.

CHAN, F. T. S. 2003. Performance Measurement in a Supply Chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*: 534-548, vol.21.

CHAN, L. ve M. WU. 2005. A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example. *Omega*: 119-139, vol.33, no.2.

CHANDRAN, B., B. GOLDEN, E. WASIL. 2005. Linear programming models for estimating weights in the analytic hierarchy process. *Computers and Operations Research*: 2235-2254, vol.32, no.9.

CHEN, C. C. ve C. C. YANG. 2003. Total-costs based evaluation system of supplier quality performance. *Total Quality Management*: 325-339, vol. 14, no. 3.

CHEN, C. T., C. T. LIN, S. F. HUANG. 2006. A fuzzy approach for supplier evaluation. *International Journal of Production Economics*: 289-301, vol. 102, no.2.

DULMIN, R. ve V. MININNO. 2003. Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*: 177-187, vol.9.

EVREN,R. ve F. ÜLENGİN. 1992. *Yönetimde Karar Verme*. Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul. 26 s.

HAN, C. H., J. K. KIM, S. H. CHOI. 2004. Prioritizing engineering characteristics in quality function deployment with incomplete information: A linear partial ordering approach. *International Journal of Production Economics*: 235-249, vol.91, no.3.

HONG, G. H., S. C. PARK, D. S. JANG, H. M. RHO. 2005. An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship. *Expert Systems with Applications*: 629-639, vol. 28, no.4.

HUANG, G. Q. ve K. L. MAK. 2002. Synchronous quality function deployment (QFD) over world wide web. *Computers and Industrial Engineering*: 425-431, vol.42, no.2-4.

JEONG, M. ve H. OH. 1998. Quality function deployment: An extended framework for service quality and customer satisfaction in the hospitality industry. *International Journal of Hospitality Management*: 375-390, vol.17, no.4

KUMAR, M., P. VRAT, R. SHANKAR. 2006. A fuzzy programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *International Journal of Production Economics*: 273-285, vol. 101, no.2.

LASCH, R. ve C. G. JANKER. 2005. Supplier selection and controlling using multivariate analysis. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*: 409-425, vol. 35, no. 6.

LI, C. C., Y. P. FUN, J. S. HUNG. 1997. A new measure for supplier performance evaluation. *IIE Transactions*: 753-758, vol.29. no.9.

LI, H. L. ve L. C. MA. In press. Detecting and adjusting ordinal and cardinal inconsistencies through a graphical and optimal approach in AHP models. *Computers and Operations Research*.

LIU, F. F. ve H. L. HAI. 2005. The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *International Journal of Production Economics*: 308-317, vol.97, no.3.

LIU, J., F. Y. DING, V. LALL. 2000. Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management: An International Journal*: 143-150, vol. 5, no.3.

MAHDI, I.M. ve K. ALRESHAID. 2005. Decision support system for selecting the proper project delivery method using analytical hierarchy process (AHP). *International Journal of Project Management*: 564-572, vol.23, no.7.

MALLADI, S., K. JO MIN. 2005. Decision support models for selection of internet access technologies in rural communities. *Telematics and Informatics*: 201-219, vol.22, no.3.

NGAI, E.W.T., E.W.C. CHAN. 2005. Evaluation of knowledge management tools using AHP. *Expert Systems with Applications*: 889-899, vol.29, no.4.

NOGUCHI, H., M. OGAWA, H. ISHII. 2002. The appropriate total ranking method using DEA for multiple categorized purposes. *Journal of Computational and Applied Mathematics*: 155-166, vol.146, no.1.

OHDAR, R. ve P. K. RAY. 2004. Performance measurement and evaluation of suppliers in supply chain: an evolutionary fuzzy-based approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*: 723-734, vol.15, no.8.

PI, W. N. ve C. LOW. 2005. Supplier evaluation and selection via Taguchi loss functions and an AHP. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*: 625-630, vol. 27, no. 5-6.

REVELLE J. B., J. W. MORAN, C. A. COX. 1998. *The QFD Handbook*-John Wiley&Sons Inc. p. 3-9.

ROODHOOFT, F. ve J. KONINGS. 1996. Vendor selection and evaluation, An activity based costing approach. *European Journal of Operational Research*: 97-102, vol. 96, no.1.

SAATY, T.L. 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*-RWS Publications. p. 15-20.

SALMERON, J. L. ve I. HERRERO. 2005. An AHP-based methodology to rank critical success factors of executive information systems. *Computer Standards and Interfaces*: 1-12, vol.28, no.1.

SCHOLL, A., L. MANTHEY, R. HELM, M. STEINER. 2005. Solving multiattribute design problems with analytic hierarchy process and conjoint analysis: An empirical comparison. *European Journal of Operational Research*: 760-777, vol.164, no.3.

TALLURI, S. ve J. SARKIS. 2002. A model for performance monitoring of suppliers. *International Journal of Production Research*: 4257-4269, vol. 40, no. 16.

TOLGA, E., M. L. DEMİRCAN, C. KAHRAMAN. 2005. Operating system selection fuzzy replacement analysis and analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*: 89-117, vol.97, no.1.

VAIRAKTARAKIS, G. L. 1999. Optimization tools for design and marketing of new/improved products using the house of quality. *Journal of Operations Management*: 645-663, vol.17, no.6.

WANG, G., S. H. HUANG, J. P. DISMUKES. 2004. Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology. International Journal of Production Economics: 1-15, vol.91, no.1.

YAZGAÇ, T. 1995. Tedarikçi Seçimi ve Değerlendirmesi Problemine Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi. Önce Kalite Dergisi, Temmuz. s. 40-42.

<http://www.bsi-turkey.com/Otomotiv/ISOTS16949/TSQveA.xalter>

<http://bursa.mmo.org.tr/iso16949.ppt>

http://www.dnv.com.tr/sertifikasyon/yonetim_sistemi/kalite_yonetimi/Otomotiv/index.asp

<http://www.physics.ibu.edu.tr/Webders/Mat432/mat432bolum7.pdf>

EK 1 – Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sistemine Ait Ana Kriter, Alt Kriter ve Temel Gereklilikler:

Ana Kriter (a). Kalite

Alt Kriter (a.a). Proje yönetiminde ileri ürün kalite planlama süreci uygulanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.a.a). Prosedürler ve çalışanların yetki ve sorumlulukları tanımlı olmalı, işletme içinde iletimi sağlanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.a.b). Zamanlama planı doğrultusunda projenin belli aşamalarında sistematik gözden geçirmeler yapılmalı, hem ihtiyaçları karşılamada yeterlilik değerlendirilmeli, hem de mevcut problemlere faaliyetler geliştirilmelidir, gözden geçirmelerin kayıtları tutulmalıdır. Benzer şekilde planlı olarak proje çıktılarının ihtiyaçları karşıladığından emin olmak amacıyla doğrulamalar ve geçerli kılmalar yapılmalıdır, kayıtları muhafaza edilmelidir.

Temel Gereklilik (a.a.c). Ön seri ve seri FMEA'lar (Hata Türü ve Etkileri Analizi - Failure Mode and Effect Analysis) olmalıdır, disiplinler arası bir yaklaşımla oluşturulmalıdır. (disiplinler arası: tasarım, üretim, mühendislik, kalite ve imalat)

Temel Gereklilik (a.a.d). Ön seri ve seri kontrol planları olmalıdır; disiplinler arası bir yaklaşımla oluşturulmalıdır. Kontrol planı kuruluş ve müşteri tarafından tanımlanan özel karakteristiklere uygulanan kontrolü izlemek için gerekli metotları içermelidir, prosesin kararsız veya istatistiksel olarak yetersiz kaldığı durum için belirlenen tepki planını başlatmalıdır. Kontrol planı ürün, proses ölçümleri, tedarikçi faaliyetleri, temin kaynakları ve FMEA'ya göre güncellenmeli, istendiğinde müşteri ile gözden geçirilmeli ve müşteri tarafından onaylanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.a.e). Sinoptikler (proseslerdeki operasyonların sırasını ve uygun semboller kullanarak türünü gösteren iş akış diyagramları) ve imalat yerleşimi, çalışma talimatları, şartname ve çizimler, proses onay kabul kriteri mevcut ve tanımlı olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.a.f). İşletme müşterinin kabul ettiği onay prosedürüne uyumlu, müşteri ve yan sanayiye ait ürün ve proses kalite dosyaları (PPAP - part production approval process) hazır olmalıdır. Bu dosyalar ürün ve prosesin o-

nay aşamasındaki durumlarına ait çeşitli bilgi, tanım ve ölçüm sonuçlarını içerirler ve içerikleri müşteri isteğine göre değişebilir.

Temel Gereklilik (a.a.g). Üretim prosesi tasarlanırken ürün tasarımı; verimlilik, proses yeterlilik ve maliyet hedefleri, varsa müşteri şartları ve önceki çalışmalardan edinilen tecrübeler girdi olarak kullanılmalı ve bunlar dökümanite edilmelidir.

Temel Gereklilik (a.a.h). Proseslere ve her bir projeye atanan kaynakları, kalite hedeflerini, ürün kabul kriterlerini ve ürünle ilgili müşteri şartlarını içeren bir ürün gerçekleştirme planlaması yapılmalıdır, planlamanın gerçekleşen adımlarının kayıtları tutulmalıdır.

Alt Kriter (a.b). Ürün ve proses kalite kontrolü takibi etkin olmalıdır, bu özel prosesler için de geçerlidir.

Temel Gereklilik (a.b.a). Müşteri onaylı master örnekler (görünüm parçalarında renk, tane, cila, metalik parlaklık, yapı, görüntü netliği için) bulunmalıdır.

Temel Gereklilik (a.b.b). Ürün için özel karakteristikler tanımlı olmalı, kontrol planına dahil edilmeli, işletmede özel karakteristikler için kullanılan semboller müşterinin belirlediği tanımlar ve sembollerle uyumlu olmalı; bu karakteristikler özel karakteristikleri etkileyen tüm proses adımlarını tanımlayan dökümanlarda bulunmalı ve ürünün kalite kontrol noktaları tanımlanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.b.c). İlk parça onay prosesi tanımlanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.b.d). Gerektiğinde müşteriden ürün için sapma izni alınmalıdır; uygunsuzlukların yapısı/nedeni ve alınan tedbirlerle ilgili kayıtlar, prosedürde tanımlandığı üzere tutulmalıdır. Düzeltme sonrası, ürün tekrar doğrulamaya tabi tutulmalıdır. Uygunsuz ürüne uygulanan aksiyonlar; benzer ürünlere de uygulanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.b.e). Ürün ve proses değişikliklerini etkili şekilde yönetecek bir süreç varolmalıdır; hedef müşteri şartlarına uygunluğu sağlamak üzere uygulamadan önce her türlü değişikliğin geçerliliği sağlanmalı; gerektiğinde değişikliğin değerlendirilmesi ve doğrulanması müşteri ile birlikte yürütülmelidir. Müşteri şartlarına etki eden her türlü değişiklik için müşteri bilgilendirilmelidir. Bu değişiklikler proses tasarımı ve geliştirme aşamasındaki değişiklikleri de içerir.

Değişikliklerin gözden geçirilmesi ile ilgili kayıtlar muhafaza edilmelidir (istatistiksel proses kontrol aktivitelerini içerir).

Temel Gereklilik (a.b.f). Uygunsuz ürün veya prosesle karşılaştığı durumda; "uygunsuz ürün prosedürü"nde tanımlı düzeltici faaliyet sorumlusu kişiler ve yöneticiler derhal haberdar edilmeli; ürün kalitesinden sorumlu personel sorunu gidermek için üretimi durdurma yetkisine sahip olmalıdır. Olağan dışı durumlar için acil eylem planı hazırlanmalıdır. Her vardiyanın kalite sorumlusu ataması yapılmalıdır.

Alt Kriter (a.c). SPC (istatistiksel proses kontrol - statistical process control) uygulanmalı ve kontrol planına dahil edilmelidir.

Temel Gereklilik (a.c.a). Tüm süreçlerin, her ürün için SPC takibi yapılacak kritik kotları belirlenmeli ve müşteri onaylı olmalıdır. SPC takip planı oluşturulabilir.

Temel Gereklilik (a.c.b). İlgili personele SPC ve temel istatistiksel kavramlarla ilgili eğitim verilmelidir.

Alt Kriter (a.d). Ürün muayene/kontrol faaliyetleri yapılmalı ve etkin olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.a). Ürünün, müşterinin tanımladığı şartları karşılaması için gerekli izleme ve ölçme/muayene ekipmanları belirlenmeli ve yeterli olmalıdır. Ürün muayenesi için ayrılmış özel bir alan/laboratuvar olmalı; aydınlanma dahil uygun kaynakları içermeli, muayene cihazları hasar ve bozulmalara karşı korunmalıdır. Eğer kuruluş bir dış laboratuvardan destek alıyorsa; bu laboratuvar müşteri tarafından onaylı ve ISO/IEC 17025 veya ulusal eşdeğerine göre (TSE) akredite olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.b). Müşteri veya müşterinin bayileri tarafından reddedilen parçalar tekrar oluşmasını önlemek için deney/analizlere tabi tutulmalı; bu analizlerin kayıtları bulunmalı ve ulaşılabilir olmalıdır. Analiz sonuçlarına göre düzeltici faaliyetler başlatılmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.c). Muayeneden sorumlu personel eğitilmiş olmalıdır; buna ölçüsel ve görünüm değerlendirmesi yapan personel de dahildir.

Temel Gereklilik (a.d.d). Uygun olmayan malzemenin ayrımı/ tanımını için karantina alanı olmalıdır ve uygunsuz ürünün bulunduğu karantina alanına giriş yetkisi sınırlı olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.e). Uygunsuz ürün etiketi tanımlı olmalıdır (giriş kontrol ve bitmiş ürün için). Uygunsuz ürün için kabul kriteri belirlenmeli ve istendiğinde müşteri tarafından onaylanmalı, nitel muayenede bu kriter sıfır hata olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.f). Operatörler proses içi kontrolleri yapmalıdır. Bu süre minimum olmalıdır; zaman kaybı azaltılmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.g). Proseslerde oto kontrol uygulanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.h). Gerekli yerlerde poka-yoke türü hatasızlaştırma yöntemleri uygulanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.d.j). Her ürün için kontrol planında belirlendiği şekilde, yerleşim muayenesi (layout inspection: tasarım kayıtlarında gösterilen tüm ürün boyutlarının tamamının ölçümü) ve fonksiyonel doğrulama yapılmalıdır. Sonuçlar kaydedilmeli, gerektiğinde müşteriye sunuma hazır olmalıdır.

Alt Kriter (a.e). Muayene/üretim araçları kalibre edilmiş olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.e.a). Fikstürler tüm ilgili ölçümler için var olmalı ve master fikstür her ürün için kalibre olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.e.b). Kalibrasyon takibi yapılmalı ve bunun için bir plan oluşturulmalıdır. Kalibrasyon ve doğrulama sonuçlarının kayıtları muhafaza edilmeli, kayıtlarının izlenebilirliği sağlanmalıdır. Ekipmanların mevcut durumu kayıt altında tutulmalıdır. (kalibre, hasarlı, kalibre değil şeklinde)

Temel Gereklilik (a.e.c). Kontrol planında yer verilen tüm ölçüm sistemleri/aparatları; sonuçlarındaki mevcut değişimi analiz etmek için istatistiksel çalışmalarla değerlendirilmelidir.

Alt Kriter (a.f). Hata önleme ve problem çözme teknikleri etkin şekilde uygulanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.f.a). Kullanılan teknikler hatanın tekrarını önlemelidir; bu sebeple kök neden analizi yaklaşımı benimsenmeli ve problem çözme teknikleri "çıkarılan dersler" kısımlarıyla etkin olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.f.b). Hata durumunda disiplinler arası problem çözme takımları kurulmalıdır.

Alt Kriter (a.g). Kalite hedefleri belirlenmeli, bu hedefler ışığında işletme içi kalite performans verileri ve kayıtları tutulmalı ve kontrolü sağlanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.g.a). Anahtar performans indikatörleri tanımlanmalı ve ölçülmeli; müşteri şartlarının karşılanıp karşılanmadığı hakkındaki müşteri algılaması ile ilgili bilgiler de izlenmelidir (parçaların kalite performansı, müşteri iade-leri, teslimat performansı, kalite ve teslimatla ilgili müşteri bildirimleri).

Temel Gereklilik (a.g.b). Anahtar performans indikatörleri ölçüm ve takip sonuçları yayınlanmalı ve teşhir edilmelidir. Kalite ve operasyonel performans eğilimleri hedeflere doğru gelişmeyle karşılaştırılmalıdır

Temel Gereklilik (a.g.c). Anahtar performans indikatörlerini içeren kalite kayıtları mevcut performans ile güncel tutulmalıdır; güncelleme zamanları tanımlanmalıdır ve müşterinin tanımladığı maksimum süreye uymalıdır.

Temel Gereklilik (a.g.d). Performans kayıtları uygun şekilde muhafaza edilmeli, tekrar elde edilebilir olmalı, tüm bunlar ve saklama süresi ile elden çıkarılması ile ilgili kontroller için dökümanite edilmiş bir prosedür olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.g.e). Kalite kayıtlarının ve tüm kayıtların izlenebilirlik prosedürü olmalıdır.

Temel Gereklilik (a.g.f). Kalite, maliyet, sevkiyat performansı, temin zamanı (lead time), servis oranı gibi başlıklarla müşteri beklentileri ve kalite politikası ile tutarlı kalite hedefleri belirlenmeli ve vizyon tanımlanmalıdır, hedefler iş planına dahil edilmelidir.

Alt Kriter (a.h). İşletme içi denetimler, ISO/TS 16949:2002 şartlarına, kalite yönetim sistemi şartlarına uygunluğun denetlenmesi amacıyla; bunu gerçekleştirebilecek yeterlilikteki iç tetkikçilerce planlı aralıklarla gerçekleştirilmelidir

Temel Gereklilik (a.h.a). Ürün boyutları, fonksiyonellik, ambalajlama ve işaretleme gibi belirlenmiş tüm şartlara uygunluğun denetlenmesi için ürünlere işlet-

me içi denetim programı hazırlanmalı ve denetimler düzenli olarak gerçekleştirilmelidir.

Temel Gereklilik (a.h.b). Her üretim prosesi için işletme içi denetim programı hazırlanmalı ve denetimler düzenli olarak gerçekleştirilmelidir.

Temel Gereklilik (a.h.c). Kalite yönetim sistemi için işletme denetim programı hazırlanmalı ve denetimler düzenli olarak gerçekleştirilmelidir.

Temel Gereklilik (a.h.d). İşletme içi denetimler sonrası yayınlanan düzeltici aksiyonlardan sorumlu yönetim; uygunsuzluklarla ilgili tedbirleri almalı; takip faaliyetleri tedbirlerin doğrulanmasını ve sonuçlarının raporlanmasını da kapsamalıdır.

Alt Kriter (a.j). İşletmenin kalite politikası yönetim tarafından tanımlanmalı, politika sürekli iyileştirme prensibine uyumlu olmalı ve kalite yönetim sistemi dökümantasyonu sağlanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.j.a). Kalite politikası dökümante edilmeli ve işletme içinde yayılımı sağlanmalı, herkes tarafından anlaşılmalıdır. Yayınlanmadan önce kuruluşun amacına uygunluğu, yeterlilik ve güncellikleri onaylanmalıdır.

Temel Gereklilik (a.j.b). Kalite el kitabı oluşturulmalıdır. (kapsam: işletmenin kalite yönetim sistemi kapsamı, dökümante edilmiş prosedürler ve bunlara atıfları, proseslerin birbirleri ile etkileşimlerini içerir)

Ana Kriter (b). Maliyet

Alt Kriter (b.a). Etkin bir finansal yönetim sistemi bulunmalı, kısa ve uzun dönem için finansal planlama yapılmalıdır.

Temel Gereklilik (b.a.a). Kapsamlı finansal raporlamalar düzenli olarak yapılmalı; tüm yönetim kademelerine ve organizasyona yayınlanmalı ve yönetimin stratejik toplantılarında, karar vermede etkili olmalıdır.

Temel Gereklilik (b.a.b). Finansal performans için formal prosedürlerle finans, satış ve üretimi içeren bir plan hazırlayarak anahtar alanlarda rakiplerle kıyaslama (benchmarking) yapılmalıdır.

Temel Gereklilik (b.a.c). Finansal hedefler pazar payı, büyüme oranı vs.i içermelidir.

Alt Kriter (b.b). Etkin bir maliyet yönetim sistemi bulunmalı, kalitesizliğin maliyeti ölçülmelidir.

Temel Gereklilik (b.b.a). Trend analizleri ile maliyet verileri toplanmalı ve maliyet azaltımı programı gündemde olmalıdır.

Temel Gereklilik (b.b.b). Kalitesizlik maliyet verilerinin toplanacağı maliyet kalemleri ve toplanış şekli/seviyeleri belirlenmelidir.

- 1. seviye=maliyet verileri tahmine dayanabilir
- 2. seviye= hurda, yeniden işleme, tamir maliyetleri toplanabilir
- 3. seviye=müşteri iadeleri, hurda, yeniden işleme, tamir, muayene maliyetleri toplanabilir
- 4.seviye= ürüne ilişkin maliyetler detaylı olarak toplanabilir
- 5.seviye= kalite maliyeti hatta, her parça seviyesi için (yarı mamul/mamul) tanımlanabilir şekilde toplanabilir.

Temel Gereklilik (b.b.c). Kalitesizlik maliyet verileri, aşırı navlun da dahil olmak üzere periyodik olarak analiz edilmeli; bu veriler geliştirme faaliyetlerinde girdi olarak kullanılmalıdır.

Temel Gereklilik (b.b.d). Kalitesizlik maliyetini önleyici yaklaşım benimsenmeli (yaklaşık 0 hata maliyeti); kalitesizlik durumu tekrarlayan ürünler; arıza, duruş vs. durumlarının artmasıyla maliyete yol açan makineler üzerine odaklanılmalı ve aksiyonlar geliştirilmelidir.

Alt Kriter (b.c). Üretim planlama sipariş güdümlü bir bilgi sistemiyle desteklenen, prosesin temel aşamalarında üretim bilgilerine ulaşmaya izin veren bir sistemle yapılmalıdır.

Temel Gereklilik (b.c.a). Satış ve operasyon planlama müşteri ve yan sanayi ile entegre olmalıdır.

Temel Gereklilik (b.c.b). Çekme sistemi müşteriyi etkin şekilde beslemelidir; envanter planlama ve kontrol sistemi buna uygun olmalıdır.

Alt Kriter (b.d). Etkin envanter planlama ve kontrol faaliyetleri yürütülmelidir; MRP kullanılmalıdır.

Temel Gereklilik (b.d.a). Envanter planlama ve kontrol sistemi yalın üretim akışını desteklemelidir.

Temel Gereklilik (b.d.b). Envanter miktarını düşürme hedefleri başarılmalıdır.

Temel Gereklilik (b.d.c). Envanter tutarlılığı sağlanmalıdır. (envanter tutarlılığı= stoktaki envanter-sistemde görünen envanter)

- 1. seviye=yok
- 2. seviye <%95
- 3. seviye >%95
- 4.seviye >%98
- 5. seviye >%99

Temel Gereklilik (b.d.d). MRP kullanılmalıdır; MRP sistemi finansal planlama sistemleri ile entegre olmalıdır. Aynı zamanda MRP müşteri ve yan sanayi ile entegre olmalıdır.

Temel Gereklilik (b.d.e). Standart envanter seviyeleri korunmalıdır.

Ana Kriter (c). Sevkiyat Performansı

Alt Kriter (c.a). Sevkiyat performansı, otomotivde kabul edilen MPM (misd deliveries per million - bir milyon sevkiyattaki hatalı sevkiyatlar) indikatörü ile hesaplanmalı, takip edilmeli ve sonuçlar müşteri beklentilerini karşılamalıdır.

$$\text{MPM} = (\text{yanlış zamanda veya yanlış miktarda yapılan sevkiyat sayısı}) / (\text{toplam sevkiyat sayısı}) * 1000000$$

Temel Gereklilik (c.a.a). Hedefe ulaşamayan MPM durumunda veya müşteri uyarısı durumunda MPM aksiyonları açılmalı ve takip edilmelidir.

Alt Kriter (c.b). Kapasitenin yönetimi, müşteri talebini karşılayacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

Temel Gereklilik (c.b.a). Kapasite müşteri gereksinimlerine göre planlanmalı ve adapte edilmelidir.

Temel Gereklilik (c.b.b). Kapasite analizi süreç ve makine bazında periyodik olarak değerlendirilmelidir.

Temel Gereklilik (c.b.c). Darboğazlara odaklanan aksiyonlar geliştirilmeli ve takibi yapılmalıdır.

Alt Kriter (c.c). Lojistik faaliyetlerinde esneklik sağlanmalıdır.

Temel Gereklilik (c.c.a). Yükleme zamanları müşteri beklentilerine göre planlanmalı; yükleme zamanı esnekliğini sağlayacak organizasyon sağlanmalıdır. (rotasyon, kaynak kaydırma)

Temel Gereklilik (c.c.b). Değişken talebe ayak uyduracak güvenlik stoğu bulunmalıdır.

Temel Gereklilik (c.c.c). Müşteriye uygun yazılım ile internet üzerinden güncel sipariş takibi sağlanabilecek durumda olunmalıdır.

Alt Kriter (c.d). Parti miktarları, paketleme ve etiketleme faaliyetleri müşteri beklentilerine uygun olmalı, teslimat yerine ulaşıncaya kadar ürünün uygunluğu muhafaza edilmelidir.

Temel Gereklilik (c.d.a). Müşteri ile lojistik protokolü imzalanmalıdır. Paketleme ve teslimat detayları tanımlı ve onaylı olmalıdır.

Temel Gereklilik (c.d.b). Etiketlemede izlenebilirlik sağlanmalıdır ve müşterinin talep ettiği etiket kullanılabilmelidir.

Temel Gereklilik (c.d.c). Parti miktarları ve ambalaj miktarlarını düşürme esnekliği bulunmalıdır.

Temel Gereklilik (c.d.d). Standardize taşıma birimleri kullanılmalı; elle taşıma minimuma indirilmelidir. (taşımada güvenlik, parça deformasyonu ve ergonomik açıdan)

Temel Gereklilik (c.d.e). Bozulma olup olmadığının tespiti için stoktaki ürün planlı aralıklarla kontrol edilmelidir. Lojistik için ani denetimler düzenlenmeli; gerektiğinde aksiyon talep edilmeli ve takibi yapılmalıdır. (yüksek frekans ve kontrol listesi yöntemiyle çabuk denetim)

Alt Kriter (c.e). Depolama faaliyetlerinde uygunluk sağlanmalıdır.

Temel Gereklilik (c.e.a). Müşteri onaylı numunelerin bulunduğu yer tanımlı olmalıdır.

Temel Gereklilik (c.e.b). İşletme dışı depo minimize edilmelidir.

- 1.seviye= işletme dışı depo var
- 2.seviye=işletme dışı depo var, giriş izni var
- 3.seviye=işletme dışı depo var, giriş izni var, sadece güvenlik stoğu için kullanılıyor
- 4.seviye=işletme dışı depo yok
- 5.seviye=gelen ve giden malzemeler direkt olarak üretim alanında depolanıyor

Temel Gereklilik (c.e.c). FIFO veya başka bir envanter yönetim prensibi kullanılarak hem envanter dönüşümünde en uygun stok devri güvence altına alınmalı, hem de izlenebilirlik sağlanmalıdır. Bekleme sonucu bozulmaya yüz tutacak ürünlerin korunması açısından da bu önemlidir.

Ana Kriter (d). Yönetim

Alt Kriter (d.a). İşletme içi etkili iletişim sağlanmalıdır.

Alt Kriter (d.b). Kaliteyi etkileyen personelin organizasyon yapısı tanımlı olmalıdır.

Temel Gereklilik (d.b.a). Kaliteyi etkileyen işleri yöneten, uygulayan ve doğrulayan kişilerin sorumlulukları, yetkileri ve birbirleriyle ilişkileri tanımlı olmalıdır.

Alt Kriter (d.c). Kısa ve uzun dönem için dökümanite edilmiş, işletme amacına uygun, kapsamlı bir iş planı olmalıdır.

Temel Gereklilik (d.c.a). İş planı rakiplerle kıyaslama (benchmarking) sonuçlarından temel alınmalıdır. (rakip işletmelerin yapısı, pazarı, ürünleri)

Temel Gereklilik (d.c.b). İş planı araştırma-geliştirme planlarını göz önüne alınmalıdır.

Temel Gereklilik (d.c.c). İş planı işletmenin kalite yönetim sistemi planlamasını ve operasyonel performans ölçütlerini içermelidir.

Alt Kriter (d.d). Planlanmış periyodik aralıklarla yönetimin gözden geçirme toplantıları yapılmalıdır.

Temel Gereklilik (d.d.a). Yönetimin gözden geçirme toplantısında proses etkinliklerinin artırılması, ürün iyileştirme ve kaynak ihtiyaçlarını değerlendirme amacıyla kalite performansı ile ilgili kayıtlar, müşteri geri bildirimleri, kalitesizlik maliyeti verileri kullanılmalı, bu veriler hedeflerle kıyaslanarak önleyici/düzeltilici faaliyetler gözden geçirilmeli; ürün gerçekleştirme ve destek prosesleri gözden geçirilmeli; iyileştirme fırsatları gözden geçirilmelidir.

Temel Gereklilik (d.d.b). Yönetimin gözden geçirme toplantısında disiplinler arası bir takım olmalıdır.

Temel Gereklilik (d.d.c). Yönetimin gözden geçirme toplantılarının kayıtları tutulmalı, bu kayıtlar kalitesizlik maliyetlerinin izlenmesini de içermelidir.

Alt Kriter (d.e). Tüm çalışanların yaptıkları iş, iş güvenliği, kalite sistemi hakkında eğitimleri yapılmalı; kaliteyi direkt etkileyen personele işbaşı eğitimleri verilmelidir.

Temel Gereklilik (d.e.a). Eğitim için gerekli yatırım yapılmalı, ayrılmalı; çalışanların detaylı eğitim planı hazırlanmalı; ihtiyaçların belirlenmesi ve yeterliliklerin sağlanması için dökümanite edilmiş bir prosedür bulunmalıdır. Personel eğitim planı hazırlanmadan önce personel yeterlilikleri belirlenmelidir.

Temel Gereklilik (d.e.b). Çalışanlar kendi eğitimlerini talep edebilmelidirler.

Temel Gereklilik (d.e.c). Eğitim kayıtları tutulmalı ve etkinlikleri ölçülmelidir; etkin değilse sebepleri araştırılmalı ve eğitim tekrarlanmalıdır.

Alt Kriter (d.f). İşletme çevre, sağlık ve güvenlik gerekliliklerini karşılayabilmelidir.

Temel Gereklilik (d.f.a). İşletmenin dökümanite edilmiş bir çevre politikası olmalı; işletme çalışanları tarafından benimsenmelidir.

Temel Gereklilik (d.f.b). İşletmenin ISO 14001 veya dengi bir çevre yönetim sistemi sertifikası olmalıdır.

Temel Gereklilik (d.f.c). Çevre yönetim sistemi konusunda sürekli geliştirme için planlanmış bir program ve kayıpları azaltacak aksiyonlar olmalıdır.

Alt Kriter (d.g). Ürün şartlarını sağlayacak altyapı ve kaynaklar yeterli olmalı; ekipman ve araçlar için planlanmış bir önleyici ve kestirimci bakım politikası olmalıdır. (reaktif değil, proaktif)

Temel Gereklilik (d.g.a). Önleyici ve kestirimci bakım planı yapılmalı, bakım faaliyetleri plana uygun şekilde yürütülmeli, ilgili personel bulundurulmalı ve faaliyet sorumlulukları tanımlanmalıdır.

Temel Gereklilik (d.g.b). Bakım hedefleri belirlenmeli, dökümanite edilmeli ve iyileştirilmeli, planlanmayan duruşlar minimize edilmelidir.

Temel Gereklilik (d.g.c). Makine ve araçların yıpranma durumları analiz edilmeli, gerektiğinde aksiyonlar alınmalıdır. Kilit imalat araçları için yedek parçalar bulunmalıdır.

Temel Gereklilik (d.g.d). Teçhizat ve takımlar ile masterlar yıpranmayı önleyecek şekilde korunmalı ve ambalajlanmalıdır. Bu durum müşteri mülkiyeti için geçerlidir, müşteri mülkiyetindeki araç ve teçhizatlar kalıcı şekilde işaretlenmeli; kaybolma veya zarar görme durumunda durum müşteriye bildirilmeli ve kaydı tutulmalıdır.

Alt Kriter (d.h). Fabrika yerleşimi ürün şartlarına uygunluğu sağlamalı; etkin çalışma ortamı kuracak, malzeme dolaşımı, taşıma ve zemin alanlarının etkin kullanımını sağlayacak şekilde yapılmış olmalıdır.

Temel Gereklilik (d.h.a). Çalışanlar etkin çalışma şartları kurallarının bilincinde olmalıdır.

Temel Gereklilik (d.h.b). Çalışma alanı etkin kullanımı için "etkin çalışma şartları planı" yapılmalıdır; bu geliştirme çalışmaları için disiplinler arası bir yaklaşım kullanılmalıdır.

Temel Gereklilik (d.h.c). Üretim alanı, ofisler ve depolar kullanım alanı açısından optimize edilmeli; temiz ve düzenli olmalı; gereksiz olan her şeyden arındırılmalıdır.

Alt Kriter (d.j). İşletme gerekli konularda gizlilik ilkelerine sadık kalmalıdır.

Temel Gereklilik (d.j.a). Güncelliğini yitiren dökümanlar güvenli şekilde yok edilmeli ve dökümanı güncelleme yetkisine sahip olan kimse(ler) tanımlanmalıdır.

Temel Gereklilik (d.j.b). Herhangi bir bilgiye/parçaya erişim yetkisi olan personel tanımlanmalı ve yalnız yetkili kişilerin erişimi sağlanmalıdır

Temel Gereklilik (d.j.c). Müşteriye ait, anlaşma kapsamında aktarılan gizli bilgilerin güvenliği sağlanmalıdır (gizlilik anlaşması imzalanır). Gizliliği bulunan dökümanlar kilitli, güvenli alanlarda saklanmalıdır.

Ana Kriter (e). Sürekli İyileştirme

Alt Kriter (e.a). Sürekli iyileştirme prensibini destekleyen tüm faaliyetler etkin olmalı ve gözle görülür, hissedilir sonuçları olmalıdır.

Temel Gereklilik (e.a.a). Dökümante edilmiş, "sıfır hata odaklı", uzun vadeli bir sürekli iyileştirme planı olmalı; düzenli olarak güncellenmeli ve çalışanlara iletilmelidir.

Temel Gereklilik (e.a.b). Organizasyon yapısı sürekli iyileştirme faaliyetlerini desteklemelidir. (takım çalışmaları, kaizen) Çalışanların yönetime katılımı sağlanmalı, bunun için kendi kendini yöneten takımlar kurulmalıdır (hedef ve vizyonlar doğrultusunda hareket eden). Liderlik vasfı desteklenmelidir, hiyerarşiye bağlı kalınmamalıdır.

Temel Gereklilik (e.a.c). Potansiyel uygunsuzlukların oluşmasını önlemek için önleyici faaliyetler prosedürü hazırlanmalı, bu prosedürde çalışanların aksiyon almak için yetkilendirilmesi sağlanmalıdır. Prosedür ayrıca potansiyel uygunsuzluklar/nedenlerini, tekrarını önlemek için gerekli tedbirleri, gerekli faaliyetleri ve uygulanmasını, tedbirlerin sonuçlarının kaydı ile ilgili bilgilerle ilgili şartları içermelidir.

Alt Kriter (e.b). Müşteri tatmini işletmenin birincil hedefi olmalıdır; müşterinin sesinin işletmede yön verici olabilmesi için müşteri ile ürün bilgisi, değişiklikler, uygunsuzluklarla ilgili etkin iletişim sağlanmalıdır.

Temel Gereklilik (e.b.a). Müşteri tatmini indikatörleri sürekli geliştirme çalışmalarına yön vermelidir, bu proses organizasyonun tüm seviyelerine entegre olmalıdır. Bunun için servis kuruluşlarından gelen geri bildirimler de girdi olarak kullanılmalıdır.

Temel Gereklilik (e.b.b). İşletme, teslim öncesi ve sonrası şartlar da dahil olmak üzere müşteri tarafından tanımlanan, kullanım için gerekli olan, yasal ve mevzuat şartlarını ve ürüne bağlı tüm şartları belirlemeli; özel karakteristikler için müşteri şartlarına uygunluğu sağlamalıdır. Bu uygunluğu korumak için müşteriye ürünü sağlamayı taahhüt etmeden ve sözleşmeleri imzalamadan önce ürüne bağlı şartlar gözden geçirilmelidir ve kayıtları saklanmalıdır. Gözden geçirme, ürünlerin üretim yapılabilirliğinin araştırılması, onaylanması ve dökümantasyonu için risk analizlerini de içermelidir.

Temel Gereklilik (e.b.c). Üst yönetim tarafından müşteri şartlarına uygunluğu sağlayan bir personel atanmalıdır.

Alt Kriter (e.c). Süreç bazında yönetim ilkesi benimsenmelidir.

Temel Gereklilik (e.c.a). İşletmede süreçlerle yönetim eğitimi verilmelidir; herkes kendi sürecinin yapısını, ilişkilerini vs. bilmelidir.

Temel Gereklilik (e.c.b). Kalite yönetim sistemi için işletmenin temel süreçleri ve bunların işletmedeki uygulamaları belirlenmelidir. İşletmedeki süreçlerin ihtiyaç duyulan sırası ve birbirleriyle etkileşimleri belirlenmelidir.

Temel Gereklilik (e.c.c). Süreç yönetimini destekleyecek kaynaklar hazır olmalı; etkin araçların kullanımı için personel proses haritalama, FMEA, deneysel tasarım, kıyaslama (benchmarking), PUKÖ (planla, uygula, kontrol et, önle) gibi toplam kalite ve problem çözme araçları ile ilgili eğitim almalı ve etkili/doğru şekilde kullanabilmelidir.

Ana Kriter (f). Alt Tedarikçilerle İlişkiler

Alt Kriter (f.a). Tedarikçi seçim sistemi tanımlanmalı ve uygulanmalıdır.

Temel Gereklilik (f.a.a). Tedarikçi seçiminde ve değerlendirmesinde kalite (teslim edilen ürünün kalitesi ve saha iadeleri), sevkiyat performansı (müşteriye ait geçmiş sevkiyat uyarıları), çevrim zamanı ve fiyat kriterlerinin bir arada bulunduğu bir değerlendirme sistemi oturtulmalıdır; sistem bir prosedüre dahil edilmeli ve prosedürde seçimden sorumlu kişi(ler) tanımlanmalıdır.

Temel Gereklilik (f.a.b). En azından ISO 9001:2000'e sahip tedarikçiler tercih edilmelidir.

Alt Kriter (f.b). Tedarikçi değerlendirme sistematığı tanımlanmalı ve uygulanmalı; bunun için gerekli veriler toplanmalıdır.

Temel Gereklilik (f.b.a). Yan sanayi denetimleri planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Temel Gereklilik (f.b.b). Yan sanayi seçme ve değerlendirmede ileri ürün kalite planlama süreci prensipleri temel alınmalıdır.

Temel Gereklilik (f.b.c). Yan sanayi performansı takip edilmeli, işletmeye ve tedarikçiye raporlanmalı, yeni çalışmalarda/seçimlerde girdi olarak alınmalıdır; değerlendirme için istatistik veriler kullanılmalıdır; yan sanayi değerlendirme sonuçları ve değerlendirme sonucu ortaya çıkan gerekli faaliyetlerin kayıtları saklanmalıdır. Müşteri tarafından tayin edilen kaynakların kullanımı kuruluşun satın alınan ürünlerin kalitesini sağlama sorumluluğunu ortadan kaldırmaz; bu sorumluluk müşteri ile yapılan servis anlaşması durumunda da geçerlidir.

Temel Gereklilik (f.b.d). Tekrarlayan problemler üzerine odaklanan bir değerlendirme sistemi yaratılmalıdır.

Temel Gereklilik (f.b.e). Tedarikçinin seri üretim esnasındaki kalite performansını artıran bir proses bulunmalıdır. (önleyici ve geliştirme toplantıları, yan sanayi kalitesinden sorumlu bir kişi istihdamı). Tedarikçi kalite yönetim sistemi geliştirilmesi sağlanmalıdır.

Temel Gereklilik (f.b.f). Satın alınan ürünün doğrulanması için gerekli muayene ve faaliyetler müşteri beklentileri ve satın alınan ürünün son ürün üzerindeki etkisi doğrultusunda tanımlanmalıdır. Bunun için performansa bağlı olarak numune alma yoluyla girdi muayenesi ve/veya deneyler yapılmalıdır.

EK 2 – Alt Kriterlerin Değerlendirme ve Puanlama Örnekleri

Örnek 1.

Madde a.a. ile ifade edilen “Proje yönetiminde ileri ürün kalite planlama süreci uygulanmalıdır.” alt kriterinin temel gereklilikleri değerlendirilirken, işletmede yapılan uygulamalar doğrultusunda aşağıdaki standartlara göre puan verilebilir:

- Puan 1, 2 : İleri ürün kalite planlama süreci uygulamasına ait hiçbir kanıt bulunamadığında ve APQP kavramı işletmede bilinmiyorsa,
- Puan 3, 4 : İleri ürün kalite planlama süreci uygulamasına ait az miktarda kanıt bulunduğunda ve APQP kavramı işletmede az biliniyorsa veya tüm ilgili personel tarafından bilinmiyorsa,
- Puan 5, 6 : İleri ürün kalite planlama süreci bazı projelerde uygulanıyorsa; tam olarak anlaşılmış ve tam olarak uygulamada değil ise; uygulanan projelerin tüm aşamalarında değil, sadece müşteri isteği olduğu durumda uygulanıyorsa,
- Puan 7, 8: İleri ürün kalite planlama süreci tüm projelerde uygulanıyorsa fakat prototip ve ön seri aşamasında uygulamada eksiklikler var ise; proje esnasında iyileştirme ihtiyaçlarını ortaya çıkarmak için gözden geçirmeler yapılmıyorsa,
- Puan 9, 10: İleri ürün kalite planlama süreci tüm projelerde uygulanıyorsa; projelerin her aşamasında uygulama tam olarak yapılıyor ve iyileştirme ihtiyaçlarını ortaya çıkarmak için gözden geçirmeler yapılyorsa.

Örnek 2.

Madde a.c. ile ifade edilen “SPC (istatistiksel proses kontrol - statistical process control) uygulanmalı ve kontrol planına dahil edilmelidir.” alt kriterinin temel gereklilikleri değerlendirilirken, işletmede yapılan uygulamalar doğrultusunda aşağıdaki standartlara göre puan verilebilir:

- Puan 1, 2 : SPC uygulaması yoksa ve SPC kavramı işletmede bilinmiyorsa,
- Puan 3, 4: Bazı SPC uygulamaları varsa fakat spesifikasyon sınırları sadece prosesleri kontrol etmek için kullanılıyorsa,
- Puan 5, 6: Bazı SPC uygulamaları varsa ve işletmede bu kavramı tam olarak bilen ilgili personel varsa,
- Puan 7, 8: Tüm kritik ölçüler ve prosesler SPC ile takip ediliyorsa,
- Puan 9, 10: SPC sonuçları prosesleri iyileştirmek için kullanılıyorsa ve SPC tüm ilgili proseslere uygulanıyorsa.

Örnek 3.

Madde b.a. ile ifade edilen “Etkin bir finansal yönetim sistemi bulunmalı, kısa ve uzun dönem için finansal planlama yapılmalıdır.” alt kriterinin temel gereklilikleri değerlendirilirken, işletmede yapılan uygulamalar doğrultusunda aşağıdaki standartlara göre puan verilebilir:

- Puan 1, 2 : İşletmede mümkün olan minimum finansal planlama yapılıyorsa ve trend analizleri nadiren kullanılıyorsa,
- Puan 3, 4: Yıllık bütçeler fazla detaylandırmadan hazırlanıyorsa ve dönem sonlarında sapma analizleri yapılıyorsa,
- Puan 5, 6: Yıllık bütçeler pek çok maliyet grubu için detaylandırılıyorsa, sapma analizi uygulanıyorsa, periyodik tahmin güncellemeleri yapılıyorsa ve informel olarak uzun dönem planlama yapılıyorsa,
- Puan 7, 8: Yıllık bütçeler tüm iş grupları için detaylandırılıyorsa, sapma analizleri aktif olarak karar vermede kullanılıyorsa ve formel stratejik planlama yapılıyorsa,
- Puan 9, 10: Kısa ve uzun dönem için kapsamlı formel planlama yapılıyorsa, hedefler pazar payı, büyüme oranı, vb. göstergelere göre konuyorsa ve işletme performansının rakip işletmelerle kıyaslaması yapıp sonuçlar değerlendiriliyorsa.

Örnek 4.

Madde c.c. ile ifade edilen “Lojistik faaliyetlerinde esneklik sağlanmalıdır.” alt kriterinin temel gereklilikleri değerlendirilirken, işletmede yapılan uygulamalar doğrultusunda aşağıdaki standartlara göre puan verilebilir:

- Puan 1, 2 : İşletmedeki sevkiyat zamanları rijidse,
- Puan 3, 4: İşletme bazı durumlarda sevkiyat zamanında değişiklik yapmayı kabul ediyorsa,
- Puan 5, 6: İşletme sevkiyat zamanlarında sıkça değişiklik yapmayı kabul ediyorsa,
- Puan 7, 8: İşletme sevkiyat zamanlarını her müşterinin ihtiyacına göre planlıyorsa,
- Puan 9, 10: İşletme sevkiyat zamanlarını her müşterinin ihtiyacına göre planlıyorsa ve müşteri ihtiyacında değişiklik olduğu takdirde sevkiyat zamanını ihtiyaca adapte etmek mümkün ise.

Örnek 5.

Madde e.a. ile ifade edilen “Sürekli iyileştirme prensibini destekleyen tüm faaliyetler etkin olmalı ve gözle görülür, hissedilir sonuçları olmalıdır.” alt kriterinin temel gereklilikleri değerlendirilirken, işletmede yapılan uygulamalar doğrultusunda aşağıdaki standartlara göre puan verilebilir:

- Puan 1, 2 : Sürekli iyileştirme uygulamalarına ait bir kanıt yok ise ve kalite, maliyet, sevkiyat gibi parametrelerde gelişme sağlamak için hedef ve vizyon tanımlanmamış ise,
- Puan 3, 4: Geliştirme hedefleri tanımlanmış ise, dökümante edilmiş vizyon, hedefler ve eğitim ihtiyaçları ile ilgili kayıtlar mevcut ise,
- Puan 5, 6: Bazı iyileştirme hedeflerine yapılan uygulamalar doğrultusunda ulaşılmış ise, iyileştirme hedeflerine ulaşmak için çeşitli alanlarda de-

vam eden uygulamalar var ise, iyileştirmelerin takibi yapılıyorsa ve disiplinlerarası çalışmalar başlamış ise,

- Puan 7, 8: Disiplinlerarası çalışma ile formel bir sürekli iyileştirme programı yapılmış ise ve kaizen uygulamaları gibi pek çok geliştirme çalışması hedefler doğrultusunda devam etmekte ise,
- Puan 9, 10: Sürekli iyileştirmeyi destekleyen bir uzun dönem planlama ve organizasyon yapısı var ise ve sürekli iyileştirme çalışmaları büyük iyileştirmelerle sonuçlanıyorsa.

EK 3 – Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme Sistemi Uygulama Örneği

Otomotiv sektöründe tedarikçi olarak faaliyet gösteren gerçek bir işletmede, tasarlanan seçme ve değerlendirme sisteminin uygulaması Çizelge EK3 üzerinde görülmektedir.

Çizelge EK3. Örnek Bir Tedarikçi İşletmenin Performans Sınıfının Geliştirilen Seçme ve Değerlendirme Sistemi ile Hesaplanması

GENEL PERFORMANS	Ana Kriterler	Ana Kriter Önem Katsayısı	Alt Kriterler	Alt Kriter Önem Katsayısı	Alt kriterlerin Ağırlıklı Önem Katsayısı	Örnek İşletmenin Alt Kriter Puanları	Örnek İşletmenin Ağırlıklı Alt Kriter Puanları
	KALİTE	0,1818	0,1818	Madde a.a	0,0330	0,0060	3
Madde a.b				0,0321	0,0058	7	0,0409
Madde a.c				0,0241	0,0044	2	0,0088
Madde a.d				0,0241	0,0044	4	0,0175
Madde a.e				0,0273	0,0050	5	0,0248
Madde a.f				0,0338	0,0062	7	0,0431
Madde a.g				0,0338	0,0062	6	0,0369
Madde a.h				0,0272	0,0049	4	0,0198
Madde a.i				0,0272	0,0049	5	0,0247
Madde a.j				0,0307	0,0056	7	0,0390
MALİYET	0,1818	0,1818	Madde b.a	0,0304	0,0055	6	0,0332
			Madde b.b	0,0304	0,0055	6	0,0332
			Madde b.c	0,0330	0,0060	9	0,0539
			Madde b.d	0,0332	0,0060	10	0,0603
SEVKİYAT PERF.	0,1818	0,1818	Madde c.a	0,0275	0,0050	9	0,0449
			Madde c.b	0,0277	0,0050	8	0,0403
			Madde c.c	0,0243	0,0044	7	0,0309
			Madde c.d	0,0242	0,0044	5	0,0220
			Madde c.e	0,0275	0,0050	6	0,0300
YÖNETİM	0,1818	0,1818	Madde d.a	0,0330	0,0060	8	0,0479
			Madde d.b	0,0279	0,0051	9	0,0457
			Madde d.c	0,0338	0,0062	9	0,0554
			Madde d.d	0,0362	0,0066	7	0,0461
			Madde d.e	0,0415	0,0075	6	0,0453
			Madde d.f	0,0291	0,0053	5	0,0265
			Madde d.g	0,0415	0,0075	7	0,0528
			Madde d.h	0,0415	0,0075	7	0,0528
SÜR. İYL.	0,1818	0,1818	Madde e.a	0,0362	0,0066	10	0,0659
			Madde e.b	0,0362	0,0066	4	0,0264
			Madde e.c	0,0338	0,0062	4	0,0246
TED. İLİŞK.	0,0909	0,0909	Madde f.a	0,0329	0,0030	4	0,0120
			Madde f.b	0,0362	0,0033	4	0,0132
						ÖRNEK İŞLETMENİN TOPLAM AĞIRLIKLI PUANI	= 1,1311

Çizelge EK3'te görülen örnek uygulamaya göre 1.1311 toplam puanını alan tedarikçi işletme B performans sınıfında olacaktır. Buna göre bu tedarikçi işletme ile çalışılması tavsiye edilir fakat işletmeden 6 ay içinde A performans

sınıfına ulaşmak üzere aksiyonlar planlaması ve uygulaması istenir. Yeni performans seviyesinin değerlendirilmesi 6 ay sonra yeniden yapılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Proje çalıŐmalarım boyunca her tŸrlŸ yardım, destek ve anlayıŐını hiçbir zaman esirgemeyen Doç. Dr. Nursel ŐztŸrk'e, Plaskar Plastik alıŐanları Akın Keçe ve Esin Acer'e, Bosch San. ve Tic. AŞ. alıŐanı AyŐe Genel'e, Faurecia Polifleks San. ve Tic. AŞ. alıŐanı Ediz Sarıkaya'ya, Balap AŞ. Çalışanları Ahmet Efe ve Neslihan Ően'e, Bolt Bağlantı Elemanları alıŐanı Ahmet Arslan'a, Demo Plastik alıŐanı Semih Uslu'ya, Aunde Teknik alıŐanı Filiz Yayla'ya, Kalite Plastik alıŐanı Banu YŸksel'e, Mebant AŞ. alıŐanı Ender Saygın'a, Spirmak alıŐanı Feyza Őnsal'a, Timsan Kalıp ve Oto Yan San. Ltd. Őti. alıŐanı Yasemin YalınŐz'e ve Ağırman Makine alıŐanı Selim OdabaŐ'a teŐekkŸr ederim.

ÇalıŐmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve eŐime ayrıca teŐekkŸr ederim.

ÖZGEÇMİŞ

Dilek Pınar Safran 24.11.1981'de Adapazarı'nda doğdu. İlk öğrenimini 1. Murat İlkokulu'nda, ortaokul ve lise öğrenimini Bursa Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1999 senesinde Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünde başladığı mühendislik eğitimini 2003 senesinde tamamladıktan sonra, aynı sene Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

08.2004 - 04.2006 tarihleri arasında Faurecia Polifleks San. ve Tic. AŞ.'de yan sanayi kalite güvence sorumluluğu görevini yürütmüştür. 10.2006 tarihi itibariyle Honda Türkiye AŞ.'de satın alma mühendisi olarak satın alma maliyetlerinin düşürülmesi ve yeni tedarikçilerin seçimi üzerine çalışmaktadır.