

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İLERİ ÜRÜN KALİTE PLANLAMASI SÜRECİNDE ANALİTİK  
HİYERARŞİ PROSES (AHP) VE KALİTE EVİ (QFD)  
YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI**

**ÖZLEM ARAS**

**KOCAELİ 2016**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

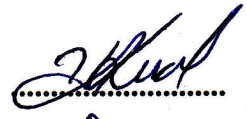

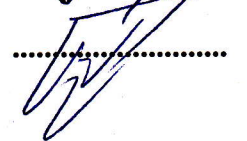
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İLERİ ÜRÜN KALİTE PLANLAMASI SÜRECİNDE**  
**ANALİTİK HİYERARŞİ PROSES (AHP) VE KALİTE EVİ**  
**(QFD) YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI**

**ÖZLEM ARAS**

**Yrd. Doç. Dr. Yıldız ŞAHİN**  
**Danışman, Kocaeli Üniversitesi**  
**Yrd. Doç. Dr. Burcu ÖZCAN**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi**  
**Yrd. Doç. Dr. Ümit TERZİ**  
**Jüri Üyesi, Beykent Üniversitesi**

**Tezin Savunulduğu Tarih: 24.06.2016**

  
.....  
  
.....  
  
.....

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüzün globalleşen dünyası, işletmeleri artan rekabet karşısında ürün veya hizmetlerini sürekli geliştirmeye, daha kaliteli mal veya hizmet üretmeye ve müşteri taleplerine zamanında cevap vermeye zorlamaktadır. Bu koşullar altında, işletmeler ürün veya hizmetlerini müşterinin ihtiyaçlarını, istek ve beklentilerini karşılayacak şekilde tasarlayıp planlamalıdır. Bu süreçte işletmelerin en vazgeçilmez ve önemli uygulaması kalitedir. Kalite, özellikle otomotiv sektörünü sıfır hataya yaklaşmaya zorlamaktadır. Bunun için otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmalarda zorunluluk haline gelen ISO 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi'nin bir alt başlığı olan İleri Ürün Kalite Planlaması (APQP), müşteri ihtiyaçlarını, istek & beklentilerini karşılayacak ürün veya hizmetin planlanması sistematiğine dayanmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizde otomotiv sektöründe kullanılan ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi'nin alt başlıklarından biri olan APQP sürecinde, müşteri ihtiyaçları ve beklentileri belirlenmiş ve Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi kullanılarak belirlenen ihtiyaçları ve beklentileri önceliklendirilmiştir. Öncelik sırası belirlenmiş müşteri gereklilikleri, Kalite evi yöntemi kullanılarak mühendislik spesifikasyonları ile ilişkilendirilmiş ve üretim sürecinde nasıl karşılanacağı üzerinde durulmuştur.

Çalışmanın ortaya çıkması sürecinde yardımlarını ve desteğini esirgemeyen, değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Yıldız ŞAHİN'e çok teşekkür ederim. Ayrıca beni destekleyen canım arkadaşım Burcu ÖZCAN'a minnet duygularımı sunarım.

Mayıs - 2016

Özlem ARAS

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ .....	v
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR.....	vi
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	viii
GİRİŞ .....	1
1. ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ.....	3
1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi.....	3
1.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Aksiyomları .....	5
1.3. Analitik Hiyerarşi Yöntemi Metodolojisi.....	6
1.4. Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları ve Dezavantajları .....	7
1.5. AHP'nin Kapsamı .....	8
1.5.1. Müşteri gereklilikleri, beklentileri, problemlerinin tanımı; faktörlerin, alt-faktörlerin seçimi ve hiyerarşinin kurulması .....	8
1.5.2. Faktör ve alt-faktör karşılaştırma matrislerinin kurulması .....	9
1.5.3. Faktör & alt-faktörlerin önem %'nin tespit edilmesi:.....	9
1.5.4. Faktör & alt-faktör karşılaştırmalar tutarlılığı .....	10
2. KALİTE EVİ (QFD) .....	12
2.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi .....	12
2.2. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Tanımı ve Amacı .....	12
2.3. Kalite Fonksiyon Göçerimi Akış Metodolojisi .....	13
2.4. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Uygulama Alanları .....	14
2.5. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Yararları ve Sakıncaları .....	16
2.6. Kalite Evinin Kurulması.....	17
2.6.1. Müşteri gereklilikleri (neler).....	18
2.6.2. Teknik gereklilikler (nasıl) .....	19
2.6.3. İlişki matrisi .....	19
2.6.4. Planlama matrisi .....	19
2.6.5. Teknik korelasyon matrisi .....	20
2.6.6. Teknik tanımlayıcılar için kıyaslama ve hedefler .....	20
3. KALİTE KAVRAMI VE TOPLAM KALİTE (TKY) .....	21
3.1. Kalite Kavramı .....	21
3.2. Toplam Kalite Yönetimi.....	21
3.2.1. TKY'nin temel elemanları: .....	22
3.2.1.1. İnsan .....	22
3.2.1.2. Sürekli gelişim .....	22
3.2.1.3. Süreç.....	23
3.2.1.4. Müşteri odaklılık .....	23
3.2.1.5. Tam katılım .....	23
3.2.1.6. Üst yönetimin liderliği ve sorumluluğu .....	23
3.3. Toplam Kalite Yönetimi İçinde Kalite Fonksiyon Göçerimi.....	23
3.4. Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 16949 Kalite Yönetim Sistemi.....	24

3.5. ISO 16949 Kalite Yönetim Sistemi.....	25
3.5.1. ISO 16949 standartı tarihçesi.....	25
3.5.2. ISO/TS 16949 standardı.....	27
3.5.3. ISO 16949 sisteminin içeriği .....	27
3.5.4. ISO 9000 ve ISO/TS 16949'un karşılaştırılması .....	28
3.5.5. ISO 16949 sisteminin yararları .....	29
3.5.6. ISO 16949 kalite yönetim sistemi içinde QFD 'nin yeri .....	29
4. APQP SÜRECİ .....	31
4.1. Ürün Kalite Planlamasının Amacı ve Faydaları.....	32
4.2. Ürün Kalite Planlamasının Sorumluluk Matrisi.....	33
4.3. Ürün Kalite Planlamasının Esasları.....	34
4.3.1. Ekibin oluşturulması .....	34
4.3.2. Faaliyet alanının tanımlanması: .....	34
4.3.3. Ekipler arası faaliyetler .....	34
4.3.4. Eğitim.....	34
4.3.5. Müşteri ve tedarikçi katılımı .....	35
4.3.6. Eşzamanlı mühendislik .....	35
4.3.7. Kontrol planları.....	35
4.3.8. Sorunların çözümü.....	35
4.3.9. Ürün kalite zamanlama planı: .....	35
4.4. Ürün Kalite Zamanlama Planı .....	36
4.4.1. Programın planlanması ve tanımlanması .....	36
4.4.2. Proses tasarımı ve geliştirme .....	41
4.4.3. Ürün ve prosesin geçerliliği .....	43
4.4.4. Geri bildirim, değerlendirme ve düzeltici faaliyet.....	45
4.4.5. APQP sürecinde QFD'nin yeri .....	46
5. AHP VE QFD METODLARININ APQP SÜRECİNDE UYGULANMASI .....	47
5.1. AHP Yöntemi ile Müşteri Gerekliliklerinin Önceliklendirilmesi .....	48
5.2. QFD Yöntemi ile Müşteri Gerekliliklerinin Proses Dizaynına Aktarılması .....	53
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	63
KAYNAKLAR .....	65
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER .....	68
ÖZGEÇMİŞ .....	69

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dört faktörlü, beş alt faktörlü bir hiyerarşik yapı .....	6
Şekil 1.2. Çalışmada kullanılan AHP algoritması.....	8
Şekil 2.1. Dört aşamalı QFD akışı .....	13
Şekil 2.2. Kalite evi.....	18
Şekil 4.1. APQP çevrimi .....	31
Şekil 4.2. Ürün kalite planlama döngüsü .....	32
Şekil 4.3. Ürün kalite planlaması zamanlama diyagramı.....	36
Şekil 4.4. Programın planlanması ve tanımlanması aşaması .....	37
Şekil 4.5. Ürün tasarımı ve geliştirme aşaması .....	39
Şekil 4.6. Proses tasarımı ve geliştirme aşaması.....	41
Şekil 4.7. Ürün ve prosesin geçerliliği aşaması .....	43
Şekil 4.8. Geri bildirim, değerlendirme ve düzeltici faaliyet aşaması .....	45
Şekil 5.1. Hiyerarşik yapıda araç klima sistemi müşteri gereklilikleri .....	48
Şekil 5.2. Müşteri gerekliliklerinin öncelik dağılımı .....	53
Şekil 5.3. Kalite evi; korelasyon matrisi .....	57
Şekil 5.4. Çalışma öncesi proses akış diyagramı .....	60
Şekil 5.5. Çalışma sonrası proses akış diyagramı .....	61

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. İkili karşılaştırma .....	9
Tablo 1.2. RI değerleri; Rassal uyumluluk indeksi.....	11
Tablo 2.1. İlişkiler ve sembolleri .....	19
Tablo 4.1. Ürün kalite planlama sorumluluk matrisi .....	33
Tablo 5.1. Faktör karşılaştırma matrisi .....	49
Tablo 5.2. Faktör % önem dağılımı ve öncelik vektörü.....	49
Tablo 5.3. Tutarlılık matrisi & E temel değer.....	50
Tablo 5.4. Alt faktör karşılaştırma ve tutarlılık matrisi-1 .....	50
Tablo 5.5. Alt faktör karşılaştırma ve tutarlılık matrisi-2 .....	51
Tablo 5.6. Alt faktör karşılaştırma ve tutarlılık matrisi-3 .....	51
Tablo 5.7. Öncelik dağılımı .....	52
Tablo 5.8. Kalite evi; müşteri ve firmanın sesi .....	54
Tablo 6.1. Müşteri beklentilerinin önceliklendirilmesi.....	64

## SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

$A_{ij}$	: Karşılaştırma Matrisi
$B_{ij}$	: B Sütun Vektörü
CI	: Tutarlılık İndeksi
CR	: Standart Değer
E	: Temel Değer
RI	: Random Consistency Index
$W_i$	: W Sütun Vektör (Öncelik Vektörü)
$\lambda$	: Karşılaştırmaların Temel Değeri

### Kısaltmalar

AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Proses)
APQP	: Advanced Product Quality Planning (İleri Seviye Ürün Kalite Planlaması)
OEM	: Original Equipment Manufacturer (Orjinal Ürün Üreticisi)
POKE YOKE	: Hata Önleyici Sistemler
QFD	: Quality Function of Deployment (Kalite Fonksiyon Göçerimi)
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
VOC	: Voice of the Company (Firmanın Sesi)
VOC	: Voice of the Customer (Müşterinin Sesi)



# İLERİ ÜRÜN KALİTE PLANLAMASI SÜRECİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ PROSES (AHP) VE KALİTE EVİ (QFD) YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

## ÖZET

İleri Seviyede Ürün Kalite Planlaması; otomotiv sektöründeki tasarım sürecinde, ürünün müşteri memnuniyetini sağlayabilmesi amacı ile gerekli adımların tanımlanmasını ve gerçekleştirilmesini sağlayan yapısal bir metottur. Otomotiv sektöründe müşteri şartları oldukça disiplinli bir biçimde dokümanite edilmektedir ve uygulanmaktadır. Bu çalışmayla; bu sektörde faaliyet gösteren bir firmada, yeni ürün devreye alma sürecini planlayan İleri Düzeyde Kalite Planlaması aşamasında müşteri beklentilerinin belirlenmesi ve bu beklentiler göz önüne alınarak proses tasarımına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; hem ürün hem de proses tasarımının iyileştirilmesi için müşteri gereksinimlerini net olarak ortaya koyan QFD yönteminden yararlanılmıştır. Böylece diğer rakip firmalar göz önünde tutularak kritik olan müşteri beklentileri belirlenmiş ve bu beklentiler proses akışında garanti altına alınarak müşteri memnuniyetinin artırılması sağlanmıştır. Artan müşteri memnuniyeti firmaya hem müşteri ile kalıcı ilişkiler temin etmektedir hem de rekabet üstünlüğü sağlamaktadır.

Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Kalite Evi yöntemleri kullanılmıştır. Kalite Evi'nin ilk aşaması olan müşteri gereksinimlerinin belirlenerek önceliklendirilmesi hususunda çok amaçlı karar verme yöntemlerinden olan AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemlerin birlikte kullanımı ile müşteriye memnun edecek ürün veya hizmet oluşumunu destekleyecek bir "Ürün Kalite Planı" oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Firmanın Sesi, İleri Ürün Kalite Planlaması, Kalite Evi, Müşterinin Sesi.

# **APPLICATION OF THE QUALITY FUNCTION OF DEPLOYMENT AND ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) METHODS IN ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING PROCESS (QFD)**

## **ABSTRACT**

Advanced Product Quality Planning is a structural method which defines and implements the required steps so that the product can assure the customer satisfaction during the design process in the automotive sector. The customer requirements are strictly documented and implemented in automotive sector. Hereby; it is aimed to define the customer expectations and to create value in the process design considering these expectations in the Advanced Product Quality Planning stage of the New Product Launching Process. In accordance with this purpose; the QFD methodology which clearly presents the customer requirements was applied in order to improve both the process and product design. Thus the critical customer requirements has been determined considering the other competitors and the customer satisfaction has been increased by ensuring these requirements in the production process flow. The increased customer satisfaction creates both permanent cooperation and competitive advantages.

In this study, Analytical Hierarchy Process and Quality Function of Deployment methodologies are used. With regard to the prioritization of the customer requirements which is the first step of the QFD, the AHP methodology which is the method of the multiple criteria decision making was utilized. The Product Quality Plan which supports the product or service to correspond the customer satisfaction was created by combining these methodologies.

**Keywords:** Analytical Hierarchy Process, Voice of the Company, Advanced Product Quality Planning, Quality Function of Deployment, Voice of the Customer.

## GİRİŞ

Günümüzde otomotiv sanayisi yüksek kalitede ürün üretebilmek için sürekli bir çaba içerisinde (Nepal ve diğ., 2010). Dinamik bir sektör olarak otomotiv tedarikçileri hayatta kalmaya çalışmanın ve sürekli gelişmenin yanında, rakiplerini geçebilmek için de çaba harcamak zorundadırlar. Bunu gerçekleştirebilmeleri için şirketlerin müşterilerini çok iyi anlamaları, onların talep ve beklentilerini, yeni ürün devreye alma sürecinde İleri Ürün Kalite Planlaması'nda (APQP) gösterildiği gibi sistematik bir yapı içerisinde analiz etmeleri gerekmektedir.

APQP, en büyük üç otomobil üreticileri olan Ford, GM ve Chrysler'den oluşan bir komisyon tarafından 1980'lerin başında geliştirilmiş bir süreçtir. APQP, müşteriye memnun edecek yeni bir ürün veya hizmetin geliştirilmesini destekleyen kurallardan oluşmuş bir plan sürecidir. APQP, yeni ürün devreye alma sürecinde, proje aktivitelerini sistematik bir çerçevede planladığı gibi müşteri gerekliliklerini de tanımlar. Ayrıca APQP, Müşterinin Sesi (Voice of the Customer) ile Şirketin Sesi'ni (Voice of the Company) birbirine uyumlu hale getirerek müşteri memnuniyetini arttırmayı sağlar.

Bu bağlamda; Analitik Hiyerarşi Proses (Analytic Hierarchy Process), müşteri gerekliliklerini tanımlamada ve bu gerekliliklerin önceliklendirilmesini sağlamada kullanılmıştır. İkinci adım olarak, Kalite Fonksiyon Göçerimi (Quality Function Deployment), müşteri gereklilikleri ile mühendislik teknik spesifikasyonlarının proses kontrol planı açısından uyumlaştırılması için kullanılmıştır. Sonra yeni ürün devreye alma/APQP sürecinde proses akışında yer alan kritik proseslerin tanımlanması için bu iki metod birleştirilmiştir.

Bu çalışmada; birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü bölümlerde sırasıyla metodolojiler; AHP, QFD, Kalite Kavramı ve Toplam Kalite Yönetimi ve APQP tanımlanmıştır. Uygulama çalışması; otomotiv tedarikçisinde müşteri gerekliliklerinin APQP sürecinde tanımlanması ise beşinci bölümde ele alınmıştır. Sonuç ve öneriler bölümünde de yorumlar ve bu çalışmanın gelecekteki çalışmalara yön vermesi açısından önerilere yer verilmiştir.

Sonuç olarak; bu çalışmanın temel amacı, üretimin proses aşamalarında müşteri gerekliliklerini kontrol altına alarak, müşteriye istediği kalitede ürün veya hizmet sunarak müşteri memnuniyetini arttırmak ve yeni projelerle iş hacmini arttırmaktır.



## 1. ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) alanı, bir karar durumu ile ilgili olarak birbiri ile çatışan birden fazla kriteri karşılayan (tatmin eden) olası "en iyi/uygun" çözüme ulaşmaya çalışan yaklaşım ve yöntemleri bünyesinde barındırmaktadır. Çok amaçlı kriterli karar verme yöntemlerinden biri de analitik hiyerarşi yöntemidir.

### 1.1. Analitik Hiyerarşi Proses

Analitik Hiyerarşi Proses (AHP), ilk olarak 1968 yılında Myers & Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmıştır. 1970'lerde Saaty tarafından matematik ve karmaşık kararlar ile başa çıkma psikolojisi üzerine geliştirilen ve karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan bir tekniktir (Saaty, 1990).

AHP, çok sayıda alternatif arasından seçim ya da sıralama yaparken çok sayıda karar vericinin bulunabildiği, çok kriterli, çok amaçlı, belirlilik veya belirsizlik durumunda karar vermede kullanılır (Şahin, 2013).

AHP, objektif ve subjektif tüm kriterleri ikili karşılaştırmalarla birbirlerine göre önceliklendiren ve bu kriterlerin önem sıralarını belirleyen bir karar verme tekniğidir. İkili karşılaştırmalarda, iki durumdan hangisinin diğerine göre daha çok tercih edildiği belirlenir ve bu tercihler sayısal veriler şeklinde değerlendirilir. AHP, karar verici için en iyi seçeneği belirlerken seçenekler arasında sıralama da yapar. Yöntem nicel ve nitel kriterleri dikkate almanın yanında kolay ve basit uygulanabilir olmasından dolayı karmaşık problemlerde de uygulanabilir (Şahin, 2013).

AHP yöntemi, insanın doğal düşüncelerini açık bir sürece dönüştürmek amacıyla nicel ve nitel yönleri benzersiz bir analiz yapısını içerir. Sonucunda farklı senaryolar altında olsa bile, objektif ve güvenilir sonuçları sunan karar destek araçları uygulanır. Önceliklendirmeyi yapanın öznel algılamasının olması, AHP yönteminde, "daima doğru, değişmez" kararının olası varlığı anlamına gelmez (Yılmaz, 2009).

AHP, insanların çeşitli durumlarda daha iyi karar verebilmeleri için kullanılmıştır. Hükümet, endüstri, eğitim, sağlık, ordu ve otomotiv gibi birçok karar verme alanlarında kullanılmıştır.

Otomotiv sektöründe, Mayyas Abdelraoof AHP & QFD kullanarak Body-In White'ın malzeme seçimi üzerinde çalışmışlardır. Bu iki metodu seçim yaparken kullanmışlardır. QFD'yi müşteri ihtiyaçlarının yanı sıra mühendislik tekniklerinin de belirlenmesinde kullanılan üstün bir araç olarak görmektedirler. Ancak AHP'nin, adaylara kriterler üzerinden sistematik seçim sağladığını ve aynı zamanda adaylara sayısal önceliklendirme sunduğunu düşünmektedirler (Mayyas, 2011) .

Dağdeviren ve Akay, AHP yöntemini, iş değerlendirme sürecinde, iş değerlendirme faktörlerini ve bunların süreçteki ağırlıklandırmalarını tanımlamak için kullanmışlardır. MESS tarafından tanımlı iş değerlendirme faktörleri; yetenek, sorumluluk, efor, iş gereklilikleri ve aynı zamanda alt faktörleri karşılaştırmışlardır ve iş değerlendirme sistemini elde etmişlerdir. Elektrik sektöründe farklı işleri değerlendirmişlerdir (Dağdeviren, 2004) .

Ünal, AHP'yi insan kaynakları müdürü seçmek için kullanmıştır. Modelin temel hedefi, adayların CV, kişisel test ve seçim komitesinin değerlendirmesine göre yönetici seçmektir. İnsan kaynakları müdürü seçimini etkileyen kriterlerin; kurumsal kriterler (0,2015), yönetsel kriterler (0,1573), profesyonellik kriterleri (0,1547), kişilik kriterleri (0,1402), iletişim kriterleri (0,1387), zihinsel kriterler (0,1078) ve demografik kriterler (0,0998) olduğu sonucuna varmıştır. Bu seçim için 46 adet alt faktör tanımlamış ve en etkili alt faktörün dürüstlük ve güvenilirlik, en az etkili alt faktörün ise web uygulamaları yeteneği olduğunu tespit etmiştir (Ünal, 2010) .

Masod Badri, müşteri bilgilerinin toplanmasında kullanılan en iyi kalite kontrol aracını seçmek için AHP yönteminden yararlanmıştır. Masod, firmanın eşsiz hizmet kalitesini ölçmede, realitedeki dünya kaynak sınırlamalarını (bütçe, saat, işçilik gibi) dikkate alarak ağırlıklandırarak (önceliklendirecek) karar vermeye yardımcı önerilerde bulunmuştur ve en optimum hizmet kalite kontrol araçlarını seçmiştir (Badri, 2000).

P. KumarDey, A. Bhattacharya & W. Ho; İngiltere’de faaliyet gösteren bir halı fabrikasında tedarikçilerin performans değerlendirmesi için AHP ve QFD yöntemlerinden yararlanmıştır. Çalışmada zamanında, düşük maliyetle ve firmanın diğer lokasyonlarda bulunan fabrikalarına sevkiyat yapabilme faktörlerinin tedarik zincirinde maliyet indirimine ve servis seviyesini geliştirmeye yardımcı olduğunun gözlemlendiğini belirtmiştir. Aynı zamanda firmanın operasyonel performansında (envanter azalması, üretimdeki kayıplar gibi) ve firmanın Çin ve Hindistan gibi pazarlarda da faaliyet göstermesinde pozitif katkısı olduğu sonucuna varmıştır (KumarDey ve diğ., 2014).

D.Pramanik, A.Haldar, S.C.Mondal, S.K Naskar & A.Ray, TOPSIS, AHP & QFD yöntemlerini kullanarak bilgisayar üreten bir firma, tedarik zinciri sürecindeki ani dalgalanmalarda şok etkisinden uzak durmak için proaktif planlamaya sahip esnek tedarikçileri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada, bulanık-çok kriterli karar verme yaklaşımı, esnek tedarikçi seçim sürecinde kullanılmıştır. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution) bulanık sistem ile entegre edilerek genel seçim kriterleri belirlenmiştir. Firmanın kritik kriterleri ve esneklik kriterleri QFD & AHP entegre yöntemi kullanılarak entegre edilmiş ve tedarikçilerin derecelendirilmeleri için tedarikçi seçim indeksi (SSI) belirlenmiştir (Pramanik ve diğ, 2016).

AHP, nitel ve nicel yaklaşımları birleştirir. Nitel anlamda, yapısal olmayana bir problemi sistematik karar verme hiyerarşisinde çözümler. Daha sonra, lokal ve global öncelik ağırlıklarını belirlemek için çifter karşılaştırmada kullanılan sayısal sınıflama ve ağırlıklandırma ile nicel sınıflama ve sonunda önerilen alternatiflerin genel sınıflaması yapılır (Byun D-H, 2001).

## **1.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Aksiyomları**

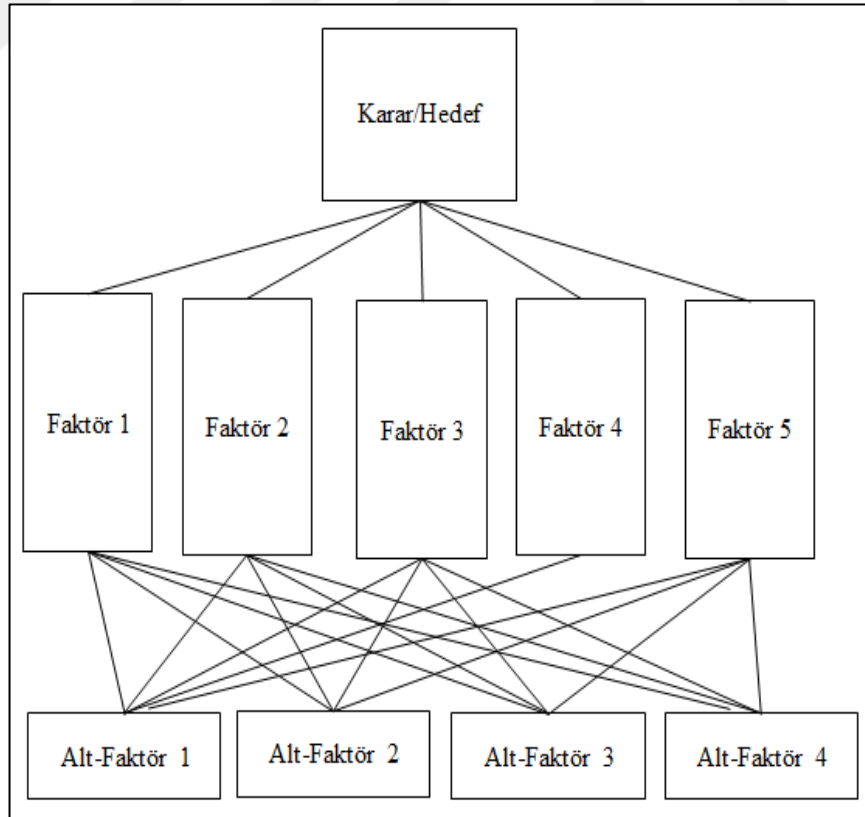
AHP’nin temelini oluşturan dört aksiyom vardır. Bunlar;

- Ters karşılaştırma: Bu aksiyoma göre, A kriteri B kriterine göre  $m$  kat önemli ise, B kriteri A kriterine göre  $1/m$  kat önemlidir.

- Homojenlik: Karşılaştırılacak olan elemanlar arasında çok fazla farklılığın bulunmaması gerekir. Burada tercihler arasında çok ciddi bir fark bulunmaması esastır.
- Beklentiler: Beklentilere cevap verebilmesi için hiyerarşide tüm kriterler ve alternatiflerin yer alması gerekir. Yani; alınacak kriterler amaca yönelik olmalıdır.
- Bağımsızlık: Karşılaştırılan seçenekler ve kriterlerin birbirinden bağımsız olduğu varsayılır (Şahin, 2013).

### 1.3. Analitik Hiyerarşi Yöntemi Metodolojisi

AHP, öncelikle hiyerarşinin ilk adımı olarak karar vericilerin ana karar/amaçlarını belirler. Daha sonra, birinci hiyerarşik seviyeyi kurmak amacı ile karar vericinin hedefi doğrultusunda faktör ve/veya alt faktörleri oluşturur. İkinci hiyerarşik seviyesi olarak her bir faktörün alt faktörü belirlenir. Bu şekilde, Şekil 1.1'deki gibi karar verici için hiyerarşi kurulur. AHP'nin ana fikri, faktörleri bağımsız olarak analiz edebilmek için problemi hiyerarşik bir yapıya sokmaktır.



Şekil 1.1. Dört faktörlü, beş alt faktörlü bir hiyerarşik yapı



Hiyerarşik yapının kurulması ile karar verici, bir kararı diğerleri ile karşılaştıran ikili karşılaştırma yöntemi kullanarak hiyerarşinin çeşitli alt faktörlerini değerlendirir. Bu karşılaştırma sırasında; karar verici, alt faktörlere ilişkin öznel görüşler kullanmanın yanı sıra objektif bilgiler kullanabilir. AHP, bu değerlendirmeleri sayısal değerlere çevirir. Bu sayısal veriler ağırlıklandırılır ve hiyerarşinin her bir alt faktörüne bir sayısal önceliklendirme yapılır. Bu önceliklendirme numaraları, hedef karara ulaşmak için alt faktörlerin göreceli yeteneklerini temsil eder.

#### **1.4. Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları ve Dezavantajları**

AHP'nin avantaj ve dezavantajları şöyledir;

Avantajları:

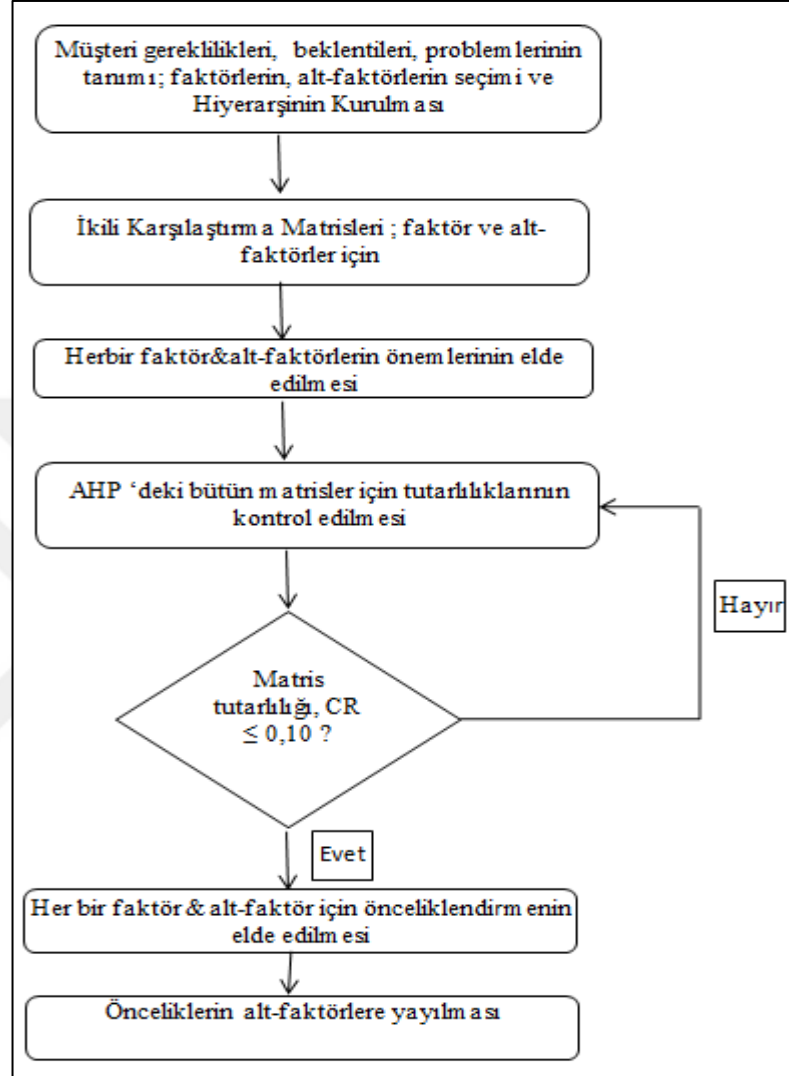
- 1) Çok karmaşık problemleri bile basitleştirir.
- 2) Uygulaması kolaydır.
- 3) Hem objektif hem de subjektif veriler kullanılarak karar vermeye olanak sağlar.
- 4) Karar vericinin kararlarının tutarlılık derecesini ölçmeyi sağlar.
- 5) Grup kararlarında uygulanabilir.

Dezavantajları:

- 1) AHP'de probleme bir alternatif eklenmesi veya çıkarılması ile sıranın değişmesi
- 2) Subjektif verileri kullanarak karar verildiği için kesin bir sonuç elde edilememesi
- 3) Hiyerarşideki kriter ya da alternatif sayısının artması durumunda yapılacak işlemlerin artması ve zorlaşması

## 1.5. AHP'nin Kapsamı

AHP yönetimini oluşturulan temel adımlar Şekil 1.2'deki algoritma gibidir:



Şekil 1.2. Çalışmada kullanılan AHP algoritması

### 1.5.1. Müşteri gereklilikleri, beklentileri, problemlerinin tanımı; faktörlerin, alt-faktörlerin seçimi ve hiyerarşinin kurulması

İlk safhada müşteriyle gereklilikleri, beklentileri ve sorunları hakkında direkt olarak görüşme yapılır ve bu gereklilikler, müşteri gereklilikleri hiyerarşi yapısının elde edilebilmesi için faktör ve alt-faktörlere sınıflandırılır.

### 1.5.2. Faktör ve alt-faktör karşılaştırma matrislerinin kurulması

Faktör ve alt-faktörlerin karşılaştırma matrisleri  $n \times n$  kare matrisleridir. 1 ve 10 arasında ölçeklendirmeye dayanarak ölçüm değerlerini gösteren Tablo 1.1'de gösterilen Saaty derecelendirme ölçeği kullanılarak yapı oluşturulur. Bu şekilde, matriste tüm faktör ve alt-faktörleri önceliklendiren karar serisi sonucuna ulaşılır.

Bu matriste eğer 1. faktör, 3. faktörden daha önemli ise bu durumda ilk satır ve 3. sütun 3 değer alır. Diğer taraftan, eğer karar verici, 3. faktörün 1. faktörden daha önemli olduğu şeklinde değerlendirirse, 1/3 değerini alır. Ayrıca, eğer bir faktör kendisi ile karşılaştırılırsa, 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibidir;

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

Tablo 1.1. İkili karşılaştırma

Saaty İkili Karşılaştırma Skalası		
Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	Biraz daha önemli	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	Çok önemli	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	Çok daha önemli	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	Kesinlikle çok daha önemli	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler	Ara değerler

### 1.5.3. Faktör & alt-faktörlerin önem %'nin tespit edilmesi:

Karşılaştırma matrisinde faktörlerin önemini mantıksal olarak görebiliriz. Fakat faktörlerin önem %'sini belirlemek için, karşılaştırma matrisindeki sütun vektörlerinden faydalanılır. N adet & n elemanlı bir B sütun vektörü aşağıdaki gibi oluşturulur;

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ b_{31} \\ \vdots \\ b_{n1} \end{pmatrix} \quad (1.2)$$

B sütun vektörü, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1.3)$$

N adet B sütun vektörlerini birleştirdiğimizde aşağıdaki C matrisini elde ederiz;

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{2n} \\ c_{n1} & c_{n2} & c_{nn} \end{pmatrix} \quad (1.4)$$

C matrisini kullanarak faktörlerin önem %'lerini elde edebiliriz. Bunun için, aritmetik ortalamayı hesaplayan aşağıdaki formülü kullanırız ve böylece öncelik vektörü (W sütun vektörü) elde ederiz;

$$W = \begin{pmatrix} w_{11} \\ w_{21} \\ w_{31} \\ \vdots \\ w_{n1} \end{pmatrix} \quad (1.5)$$

$$w_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n c_{ij}}{n} \quad (1.6)$$

#### 1.5.4. Faktör & alt-faktör karşılaştırmalar tutarlılığı

AHP, karşılaştırmaların tutarlılığını ölçmek için bir süreç sunar. Tutarlılık indeksini elde etmek için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W önceliklendirme matrisi çarpılır ve D matrisi elde edilir;

$$D = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{(11)(w1)} & a_{(12)(w2)} & a_{(1n)(wn)} \\ a_{(21)(w1)} & a_{(22)(w2)} & a_{(2n)(wn)} \\ a_{(n1)(w1)} & a_{(n2)(w2)} & a_{(nn)(w3)} \end{pmatrix} \quad (1.7)$$

Sonra, D sütun matrisini W sütun matrisine bölerek her bir faktör/alt-faktörün temel değeri (E) elde edilir. Bu E değerlerinin aritmetik ortalaması, karşılaştırmaların temel değerini verir ( $\lambda$ ).

Aşağıdaki formüller kullanılır;

n= Faktör adeti ,  $\lambda$  = Temel Değer

$$E_{ij} = \frac{d_i}{w_i} \quad (1.8)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (1.9)$$

Sonuç olarak, tutarlılık indeksini (CI) aşağıda formüle edildiği gibi hesaplayabiliriz;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (1.10)$$

Son aşamada CI değeri, RI değerine bölünerek standart değer elde edilir. RI değeri, Tablo 1.2'de gösterildiği gibi faktör miktarına göre tanımlanmıştır.

Örnek: Faktör (n) = 3 => RI = 0,52.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1.11)$$

Eğer  $CR < 0,10$  ise, karşılaştırmanın tutarlılığı doğrudur. Eğer  $0,10$ 'dan büyükse, karar verici karşılaştırmada tutarlı değildir veya hesaplamada hata yapılmıştır.

Tablo 1.2. RI değerleri; Rassal uyumluluk indeksi

Rassal Uyumluluk İndeksi								
n	1	2	3	4	5	6	7	8
R. I	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4

## 2. KALİTE EVİ (QFD)

### 2.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi

Kalite fonksiyon göçeriminin Japonya'daki orijinal adı "Hin Shitsu, Kino, Ten Kai" olup, İngilizce'ye "Quality Function Deployment" olarak tercüme edilmiştir. Kalite fonksiyon yayılımı, 1960'ların ortasında Yoji Akao tarafından üretimden kalite kontrol kavramlarını almak ve yeni ürün geliştirme sürecine transfer etmek için oluşturulmuştur. Daha sonra 1972'de Mitsubhishi Heavy Industries Kobe Shipyard tarafından kullanılmıştır (Lowe,2000).

### 2.2. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Tanımı ve Amacı

Kalite Fonksiyon Göçerimi, ürün dizaynının başladığı ilk andan itibaren ürün geliştirme sürecinin her bir aşaması boyunca kalitenin sağlanması yaklaşımına dayanır. 1987'de QFD'nin kurucusu Yoji Akao, QFD'yi tüketicilerin taleplerini kalite karakteristiklerine çevirme ve bu karakteristik ve talepler arasında sistematik ilişkiler oluşturarak bitmiş ürünün dizayn kalitesini iyileştirme olarak tanımlamaktadır.

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG);

- Müşteri gereksinimlerine odaklanarak,
- Tasarım amaçlarını önceliklendirmek için rekabet ortamını ve pazar potansiyelini kullanarak,
- Fonksiyonlar arasında sinerji yaratarak,
- Esnek ve anlaşılması kolay bir dokümantasyon kullanarak,
- "Müşterinin Sesi" durumundaki müşteri gereksinimlerini ölçülebilir hedeflere dönüştürüp doğru ürün ve hizmetleri pazara daha hızlı ve önce sokarak yeni ya da geliştirilecek ürün veya hizmetleri planlamaya ve tasarlamaya yarayan disiplinlerarası bir takım sürecidir (Shillito, 1994).

Diğer bir deyişle; QFD, müşteri gereklilik ve beklentilerini teknik ve operasyonel terimlere çeviren, gösteren ve matris formatında dökümanete eden sistematik bir

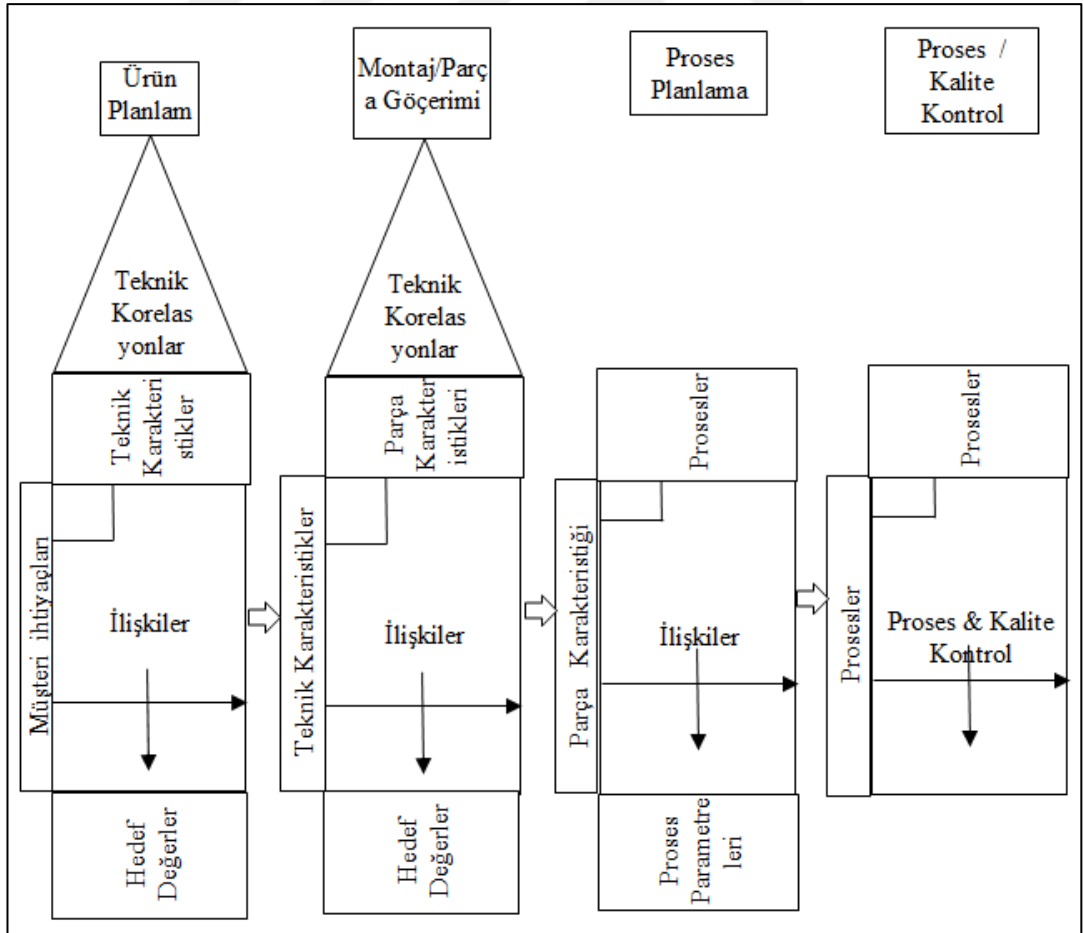
prosedürdür (Chrysler Corporation, 2008). Müşterinin Sesi ile (Voice of the Customer) Şirketin Sesi'ni (Voice of the Company) denkleştirerek aynı dili konuşmalarını sağlamayı amaçlamaktadır.

QFD'nin kalite yayılımı ve fonksiyon yayılımı olmak üzere iki boyutu bulunmaktadır (Chrysler Corporation, 2008):

- 1) Kalite yayılımı: Müşteri gerekliliklerini, ürün dizayn gerekliliklerine çevirmedi.
- 2) Fonksiyon yayılımı: Dizayn gerekliliklerini uygun parça, proses ve üretim gerekliliklerine çevirmedi.

### 2.3. Kalite Fonksiyon Göçerimi Akış Metodolojisi

QFD metodolojisi, Şekil 2.1'de gösterildiği gibi dört ana aşama ile modellenir. Her bir aşamada bir veya daha fazla metrik hazırlanarak kritik ürün & proses planlama sürecine yardımcı olacak, aralarındaki korelasyonu oluşturacak bilgiler sağlanır.



Şekil 2.1. Dört aşamalı QFD akışı

Şekil 2.1'deki birinci matris kalite evidir. Bu matris, müşteri isteklerini girdi olarak kullanarak kalite evi (House of the Quality) yardımı ile bu istekler teknik karakteristiklere dönüştürülür. Bu karakteristiklerden yüksek öneme sahip olanlar ikinci montaj/parça göçerimi matrisinin girdisini oluşturur. Bu matriste, parça karakteristikleri geliştirilerek kritik olanlar belirlenir ve üçüncü proses planlama matrisinin girdisini oluşturur. Bu matriste parça karakteristiklerinin oluşturulmasında izlenecek olan sürece karar verilir. Dördüncü olan proses kontrol planlama matrisinde sürecin kontrol altında tutulabilmesi için kontrol noktaları belirlenir. Bu şekilde Müşterinin Sesi tasarımdan üretime kadar aktarılmış olur (Temeloğlu, 2008).

#### **2.4. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Uygulama Alanları**

QFD, Japonya'nın ardından ilk olarak Kuzey Amerika'da tanınmaya başlamış, ardından 1980'lerde Avrupa'ya yayılmıştır. Uygulamalarına tüm dünyada başlamasının ardından, günümüzde KFG konusundaki çalışmalar Uluslararası Kalite Fonksiyon Göçerimi Konseyi tarafından desteklenmekte ve gerekli yönlendirmeler yapılmaktadır (Temeloğlu, 2008).

Her ne kadar QFD, başlangıçta Müşterinin Sesi'nin toplanması ve analiz edilmesi yoluyla müşteri gerekliliklerini karşılamak veya aşmak amacıyla yüksek kalitede ürün geliştirmek için ortaya çıkarılsa da QFD fonksiyonu; dizayn, planlama, karar verme, mühendislik, yönetim, takım çalışması, planlama ve maliyetleme gibi daha geniş alanlara açılmıştır.

Yarı iletken endüstrisinde Cheng Chen, ürün özelliklerine uygun yarı iletken montaj prosesini seçmek ve müşterinin talep ettiği ürün karakteristikleri için kritik prosesleri listelemek amacıyla QFD'den yararlanmıştı. Bunun için, Chen ilk olarak müşteri gerekliliklerini karşılayan ürün karakteristiklerini listeledi. Daha sonra ürün karakteristikleri ile proses karakteristiklerini, öncelikli karşılaştırma matrisleri hazırlayarak ilişkilendirdi (Cheng, 2010).

Antony Lowe, üretimde thixofoming prosesinin kullanımının fizibilitesinin değerlendirilmesi için QFD yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, yazar hem ürün karakteristiklerini hem de Thixofoming Proses karakteristiklerini listelemiştir. Sonra önceliklendirme için; ilişkiler matrisi kurulmuş ve sadece proses için uygun ve uygun



olmayan ürünler tespit edilmemiş, aynı zamanda daha ileri analizler için en önemli proses karakteristikleri de tespit edilmiştir (Lowe, 2000).

QFD yöntemi; DEMATEL, AHP gibi yöntemlerle entegre edilebilir. Supratik Dey, tedarikçi seçiminde DEMATEL yaklaşımını QFD ile birleştirerek kullanmıştır. DEMATEL, her bir tedarikçi hakkında müşteri kriterlerini ağırlıklandırma için kullanılmıştır. Sonra DEMATEL yaklaşımından en yakın değerler alınarak QFD ile birleştirilmiş ve en iyi tedarikçi seçilmiştir (Dey ve diğ., 2012).

Ertuğrul Karsak, QFD yöntemini Bulanık Çok Amaçlı Programlama (Fuzzy Multiple Objective Programming) yöntemi ile entegre ederek tekstil sanayisinde faaliyet gösteren bir firmada müşteri ihtiyaçlarını önceliklendirmiş, QFD planlama prosesinde kullanmıştır. Çalışma sonunda, “boyut oranına göre kesme”, “kesim öncesi bütün kumaş rulolarının kontrolünü yapma”, “ceket dikme fiyosterlerinin cekete göre düzeltilmesi ve tedarigi”, “yüksek gerginlikte kumaş ve ipliğin kullanımı”, “farklı yıkama reçeteleri ile ceket yıkanması”, “ekstra kimyasallar kullanarak kumaş çekmelerinin minimize edilmesi” gibi dizayn gereklilikleri %100 yerine getirilirken “ceket içine astar kullanımı” %66,33 yerine getirilmiş ve “kumaş su geçirgenlik özelliğinin eklenmesi” ile “keserek dikiş makinası yerine güvenli dikiş makinalarının kullanılması” ceket dizaynı yapılırken dikkate alınmamıştır. Firma finansal kaynaklar ve diğer dizayn hedeflerini göz önüne alarak müşteri memnuniyetini arttırmak için dizayn gerekliliklerine odaklanmayı mümkün kılmıştır (Karsak, 2004).

W.Ho, Ting He, C. Ka Man Lee, A.Emrouznejad, Hong Kong merkezli hard disk parçaları satan bir firmada, QFD ve Fuzzy AHP’yi entegre ederek, üçüncü parti lojistik firmalarını (3PLs) değerlendirip en optimum firmayı bulmayı amaçlamışlardır. Çalışmada; QFD yöntemi, hard disk firmasının gereklilik/beklentilerini, 3PLs’lerin kıyaslamasında kullanılacak 20 faktöre çevirmek için kullanılmıştır. Fuzzy AHP hem önem derecelendirmesi hem de kalite evindeki ilişki ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılmıştır (Ho W ve diğ., 2012).

Show-Hui S. Huang & Wen-Kai K. Hsu, QFD & Fuzzy AHP yöntemini farklı bir alanda kullanarak QFD metodolojisinin sadece üretim sektöründe ürün dizaynı için kullanılmadığını göstermişler. Bu çalışmada; yazarlar, Tayvan’da yer alan Uluslararası

Dağıtım Merkezleri'nin (IDCs) hizmet kalitesini incelemişlerdir. QFD & Fuzzy AHP yöntemleri, IDCs kullanıcılarının Hizmet Şartı Nitelikleri'ni (SRAs) IDCs operatörlerinin Hizmet Operasyonu Nitelikleri'ne (SOA) aktarmada kullanmışlardır. Fuzzy AHP ile kullanıcıların SRAs'leri ağırlıklandırılmıştır. Bu SRAs ağırlıklarına göre QFD modeli ile SRAs'ler SOAs'lere çevrilmiş, IDCs operatörlerinin servis kalitesini iyileştirmek için uygulamaları gereken politikalar belirlenmiştir. Çalışmada; 18 SRAs ve 17 SOAs belirlemişlerdir. Bunların top 5'ini şunlar oluşturmaktadır: Darbe almış kargoların elleçlemesi, sevkiyat siparişlerinin doğrulanması, dakiklik, depolama alanı, sıklık ve transport rotası. Bu SRAs 'ler doğrultusunda IDC operatörleri için öncelik bakımından top 5 SOA belirlenmiştir. Bunlar; konsadilasyon & dekonsadilasyon, kargo istifleme ve tahliye, sevkiyat planlama, lojistik süreci ve iş sorgulamadır (Hui ve diğ., 2016).

## **2.5. Kalite Fonksiyon Göçeriminin Yararları ve Sakıncaları**

QFD metodolojisinin avantajları aşağıdaki gibidir:

- 1) Müşteri gereklilik ve beklentilerinin tespit edilmesi ve bu doğrultuda müşteri memnuniyetinin artması
- 2) Dizayn optimizasyonu: Müşterinin kritik gereklilikleri ve şirketin hedefleri arasında ulaşılabilir denge sağlanması. Proje zamanı ve proje maliyetini düşürülmesi
- 3) Maliyetlerin indirilmesi ve verimliliğin artırılması: Proses dizaynında maliyetlerin azaltılması ve maksimum performansın sağlanması
- 4) Hataların oluşmadan önlenmesi

QFD'nin tüm bu yararlarına karşın uygulanmasında bir takım sorunlarla karşılaşılabilir. Bu sorunlar:

- 1) QFD, öncelikle planlama aşamasında çok fazla çalışmayı gerektirir. Çalışanlar fazla çalışmayı reddedebilir.
- 2) QFD yaklaşımında proje uygulanmaya başladığında, talimatları değiştirmek oldukça zor olmaktadır. Çünkü üretim süreci başladıktan sonra geriye dönüşün maliyeti yüksektir ve talimatları değiştirmek için sistemin tüm elemanlarının yeniden gözden geçirilip, düzenlenmesi gereklidir.
- 3) İşletmeler QFD dokümanlarının saklanması problemi ile karşılaşmaktadırlar.

- 4) Üretim esnasında değişiklikler olduğunda QFD dokümanlarındaki ürün/süreç değişikliklerinin uyumlu hale getirilmesi zor olmaktadır.
- 5) QFD disiplinler arası bilgi kullanımında yetkinleşmiş personel ve yüksek düzeyde şirket kültürü gerektirir (Akao, 1990).

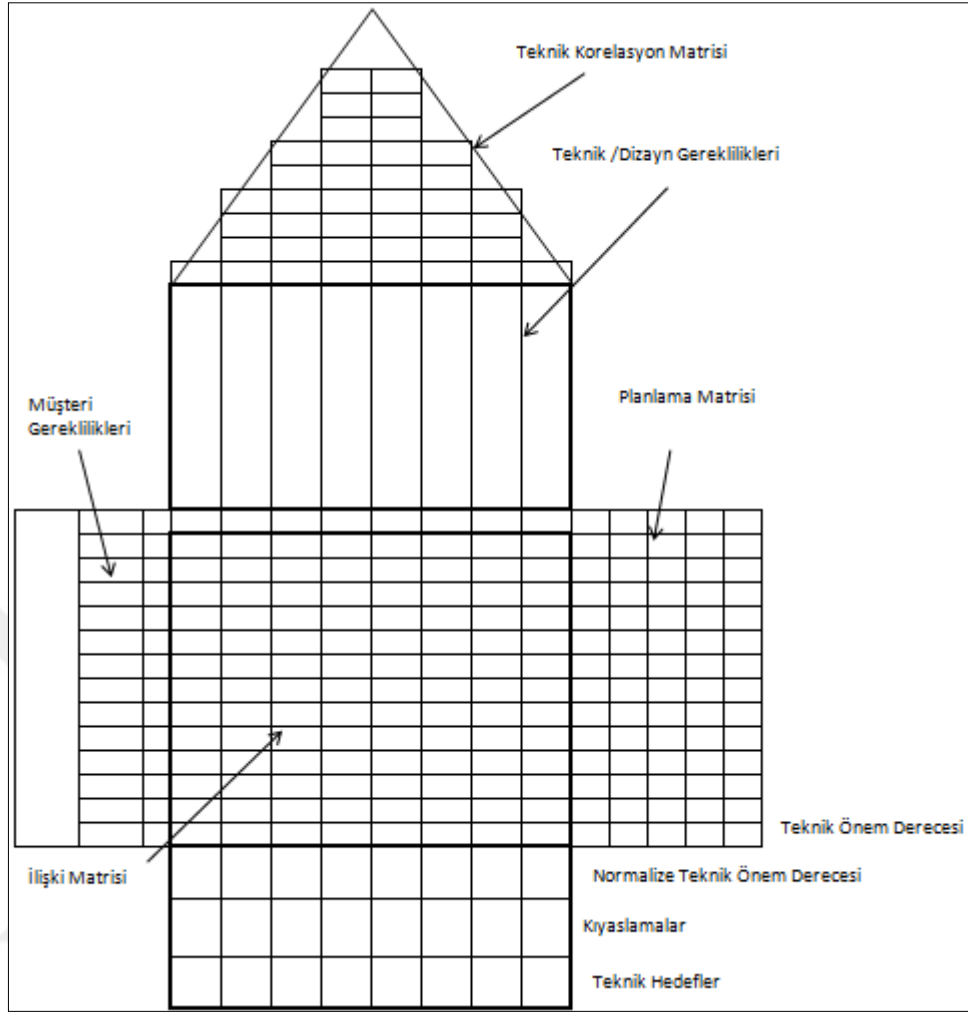
## **2.6. Kalite Evinin Kurulması**

QFD, aşağıdaki 4 farklı soru cevaplanarak kurulur (Ross, 1988):

- 1) Müşteri için ne önemli?
- 2) Müşteriler için önemli faktörleri nasıl sağlayabiliriz?
- 3) “Ne” ve “nasıl” arasında ilişkiler var mıdır? Eğer evetse, aralarındaki ilişki nedir?
- 4) Müşteriyi memnun etmek için “nasıl” dan ne kadar kullanmalıyız?

Bu soruların cevaplarından faydalanarak, kalite evi 6 bileşenden oluşturulur:

- 1) Müşteri gereklilikleri (Neler?)
- 2) Teknik gereklilikler (Nasıl?)
- 3) İlişki matrisi (1.& 2. Maddeler arasında)
- 4) Planlama matrisi
- 5) Teknik korelasyon matrisi
- 6) Teknik tanımlayıcılar için kıyaslamalar ve hedefler



Şekil 2.2. Kalite evi

### 2.6.1. Müşteri gereklilikleri (neler)

Müşterilerle yüz yüze görüşmelerle oluşturulur ve böylece kalite evinin “Ne” aşaması elde edilir. Gereklilikler hiyerarşik yapıda oluşturulur. İlk olarak gereklilikler, birincil gereklilikler adı verilen genel bir kavram olarak belirlenir. Bu birincil gereklilikler, ikincil gereklilikleri meydana getirir ve sonra ikincil gereklilikler, üçüncül gerekliliklere detaylandırılır. Böylece, müşteri gereklilikleri, mühendisliğin kullanabileceği bir sistematik yaklaşımla ifade edilmiş olur. Bu bölümdeki diğer bir nokta, her bir müşteri gerekliliğinin önem seviyesini tanımlamaktır. Önem seviyesini belirlemek için analitik hiyerarşi yönteminden faydalanılabileceği gibi diğer ölçüm yöntemleri de kullanılabilir.

### 2.6.2. Teknik gereklilikler (nasıl)

Müşteri gereklilikleri mühendislik tanımlarına çevrilir. Bu aşamada, farklı departmanlardan oluşan bir takım olmalıdır.

### 2.6.3. İlişki matrisi

Bu aşamada müşteri gereklilikleri ve teknik gereklilikler ilişkilendirilir. Yani; teknik gerekliliklerin, müşteri gerekliliklerini ne ölçüde karşıladığı sayısallaştırılır. Bu amaçla, Tablo 2.1’de gösterildiği gibi 1-3-9 ölçeği kullanılır.

Tablo 2.1. İlişkiler ve sembolleri

İlişkiler	Skala	Sembol
Güçlü İliki	9	⊖
Orta İliki	3	O
Zayıf İliki		Δ

Teknik karakteristikler ve müşteri gereklilikleri arasındaki ilişkinin tanımlanmasının nedeni; her bir teknik karakteristiğin her bir müşteri gerekliliğine etkisinin tespit edilmesidir. Böylece, teknik karakteristiklerin önceliklendirilmesi sağlanır ve firma, müşteri memnuniyeti için hangi karakteristiğin geliştirilmesi gerektiğini tespit eder. Bunu tespit etmek için teknik önem seviyesinin hesaplanması gerekmektedir.

Teknik önem seviyesi aşağıdaki gibi elde edilir;

$$\text{Teknik Önem Ölçeği} = (\text{Önem Seviyesi}_1)(\text{İlişki Değeri}_1) + \dots + (\text{Önem Seviyesi}_n)(\text{İlişki Değeri}_n) \quad (2.1)$$

$$\text{Normalize Teknik Önem Derecesi} = \frac{\text{Teknik Önem Derecesi}_1}{\sum \text{Teknik Önem Derecesi}_n} \quad (2.2)$$

Bu şekilde, önceliklendirilmiş teknik karakteristikler tanımlanır ve bu karakteristikler müşteri memnuniyetini iyileştirmek için kullanılır.

### 2.6.4. Planlama matrisi

Bu aşama, firma ve firmanın rakipleri arasındaki karşılaştırmayı sağlar. Yani bu aşama firma, ürünlerini pazarda değerlendirdiği için önemlidir. Bu çalışmada planlama matrisi anlatılmamıştır.

### **2.6.5. Teknik korelasyon matrisi**

Müşteri gerekliliklerini karşılayan teknik karakteristikler arasındaki pozitif ve negatif etkileşimi göstermek için kullanılır. Diğer bir deyişle, teknik karakteristikteki pozitif bir iyileştirme, başka bir teknik karakteristiği etkileyebilir.

Karakteristikler arasındaki korelasyon seviyesini tespit edebilmek amacıyla “P” pozitif etkileşim için, “N” ise negatif etkileşim için kullanılmıştır.

### **2.6.6. Teknik tanımlayıcılar için kıyaslama ve hedefler**

Bu aşama, firmaya mevcut teknik karakteristiklerini rakiplerinin teknik karakteristikleri ile karşılaştırmayı ve aynı zamanda teknik gereksinimler göz önüne alınarak firmanın hedeflerini tanımlamayı sağlar. Bu çalışmada, bu aşama anlatılmamıştır.

### **3. KALİTE KAVRAMI VE TOPLAM KALİTE (TKY)**

Günümüzde işletmelerin ayakta kalabilmeleri ve rekabet edebilmeleri, sundukları ürün ve hizmetlerin kalitesi ile sağlanabilmektedir. Önceleri üretim ile rekabet edilirken, zamanla salt üretimin rekabet etmek için yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Bu yüzden maliyet kavramı zamanla önemli unsur olmaya başlamıştır. Ancak rekabet ortamında bu da yeterli olmadığından kalite ve hız kavramları da devreye girmiştir. Böylelikle kaliteli ürün veya hizmeti; düşük maliyetle, zamanında üretmek için yapılan çalışmalar sonucunda Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ortaya çıkmıştır.

#### **3.1. Kalite Kavramı**

Kalite kavramı, insanların ve sistemlerin hata yapmama ve mükemmelle ulaşma isteğinden ortaya çıkmıştır. Latince nasıl olduğu anlamına gelen “Qualis” kelimesinden türetilen “Qualitas” kelimesiyle ifade edilmiştir (Şimşek, 1998).

Kalitenin tanımları literatürde şöyledir:

Dr. K. Ishikawa’ya göre kalite; “En ekonomik, en kullanışlı ve her zaman tüketiciyi tatmin eden ürünün üretilmesidir.”

ANSI/ASQC Standartı’na göre kalite; “Bir ürünün veya hizmetin belirlenen veya kast edilen ihtiyaçları tatmin etmesi kabiliyetine dayanan toplam özellikleri ve karakteristikleridir.”

Aynı şekilde ISO 9000 Standartı “Kalite bir ürün veya hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerinin toplamıdır.” demektedir.

#### **3.2. Toplam Kalite Yönetimi**

Toplam kalite yönetimi, tüm çalışanların katılımıyla sürekli bir kalite geliştirmeyi, uzun vadeli hedeflerle müşteri tatminini sağlamayı, toplumun tümüne faydalı olmayı ve hizmet etmeyi amaç edinmiş bir yönetim anlayışıdır.

TKY (Total Quality Management), ilk olarak Henry Ford tarafından kullanılmıştır. Ancak o sıralarda rağbet görmeyen bu yönetim biçimi Japonlar tarafından benimsenerek geliştirilmiştir. 1950'li yıllarda Japon yöneticiler, kaliteyi bütün iş birimlerine yayarak her kademedeki işgörenin katılımını sağlamışlardır.

TKY'nin amacı; piyasanın ihtiyaçlarında yoğunlaşma, tüm alanlarda kaliteyi sağlama, kalite standartları oluşturma, süreçlerin sürekli geliştirilmesi ve iletişimin sağlanmasıdır. TKY, kaliteyi ucuza üreterek müşteri tatminini sağlamayı ve sürekli iyileştirme felsefesini oluşturmayı amaç edinen bir yönetim biçimidir. TKY'nin amacına ulaşabilmesi, işletme çalışanlarının tümünün kalite iyileştirme çalışmalarına gönüllü olarak katılmasına bağlıdır. Bu ise, işletmelerin çalışan odaklı olması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. TKY'nin esas amaçlarını ise; savurganlıkları önleme, verimliliği ve kaliteyi arttırma, şikayetleri ortadan kaldırma, maliyetleri azaltarak eldeki kaynakların optimum kullanımını sağlama, işlem zamanını kısaltma ve gelişmelerin sürekli izlenerek örgütsel faaliyetlerle aktarılması gibi sıralamak mümkündür (Küçük, 2010).

### **3.2.1. TKY'nin temel elemanları:**

TKY'nin kuruluşunu oluşturan dört ana eleman vardır: İnsan, sürekli gelişim, süreç ve müşteri (Şimşek, 1998).

#### **3.2.1.1. İnsan**

Hedef, insanlara yetki vererek ekip çalışmasıyla optimum sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. İnsanların grup aktiviteleri içerisinde etkin rol alarak ürün ve süreçlerin sürekli gelişimine katkıda bulunmalarını sağlar.

#### **3.2.1.2. Sürekli gelişim**

Sürekli gelişimin kalitenin temel prensibini oluşturmaktadır; planla, uygula, denetle, önlem al. Bu çevrimin tekrarlanması, mükemmelliğin hiç bitmeyen arayışıdır. Bu çevrimin ilk versiyonu Deming tarafından Japonya'da 1950'lerde ortaya atılmıştır.



### **3.2.1.3. Süreç**

Toplam Kalite Yönetimi süreç odaklı bir yaklaşımdır. Süreçler sayesinde herkesin anlayabildiği ortak bir dil oluşturulmuş olur. Problemlerin analizi ve çözümü de süreçler üzerinden gerçekleştirilir.

### **3.2.1.4. Müşteri odaklılık**

TKY'deki birinci odak noktası müşteri ve müşteri memnuniyetidir. Kar, memnuniyetin sadece bir sonucudur. İşletmenin asıl varlığı sermaye değil, insan kaynağıdır. İnsan kaynağı müşteri memnuniyeti için mal ve hizmet üretmektedir. Dolayısıyla tedarikçiden başlayarak ürünü müşteriye ulaştırıncaya kadarki zincir üzerinde bulunan bütün işletmelerin bu işbirliğinden çıkarı bulunmaktadır. Çünkü TKY'ye göre tüm işletmeler, müşteriye hizmet etmek için kurulan birer sistemdir.

### **3.2.1.5. Tam katılım**

Katılımcılık, TKY'de mutlaka var olması gereken unsurlarından biridir. TKY, her düzeydeki çalışanın kalite bakış açısı ile sürece katılımının gerekliliğini öngörür. TKY'de çalışanlar pasif katılımcılar değil, aktif sorun çözücüler ve uygulayıcılardır.

### **3.2.1.6. Üst yönetimin liderliği ve sorumluluğu**

TKY sürecinde emin adımlarla ilerlemek ve sürekli gelişen bir süreç oluşturmak için, üst yöneticinin işletmenin kilit rolünü yüklenmesi gerekir. Çünkü liderler, TKY'nin başarıya ulaşması ve kalite kültürünün yaygınlaşmasında, diğer çalışanların TKY amaçları doğrultusunda harekete geçirilmesinde etkili olan ve aldığı eğitimi diğerlerine yansıtma özelliklerine sahip olan kişilerdir (Rodoplu, 1998).

## **3.3. Toplam Kalite Yönetimi İçinde Kalite Fonksiyon Göçerimi**

TKY, müşteri memnuniyetini sağlamak için bütün çalışanlarla beraber sürekli iyileşmeye odaklanarak yapılan şirket çalışanlarının çabalarıdır. TKY'nin temel amacı; iç ve dış müşteri ihtiyaçlarını karşılamak ve aşmaktır. Kalite Fonksiyon Göçerimi de müşteri ihtiyaçlarını karşılayarak memnuniyetinin sağlanmasını amaçlamaktadır (Youssef ve diğ., 1996).

KFG, kalite yönetimini ve ürün geliştirmeyi sistematik metodoloji ile gerçekleştirir ve TKY'nin temel aktivitelerindedir. KFG, müşterinin sesini (VOC) dinleyerek tasarım aşamasında olan ürün veya hizmet için kalitenin oluşturulmasını garanti altına alır (Ginn ve diğ., 2005). Ford ve General Motors gibi şirketler, TKY'nin benimsenmesi için KFG'nin hayati önem taşıdığına inanmaktadır.

KFG; farklı fonksiyonların bir araya gelerek ürün, süreç veya imalat yöntemleri konusunda uyuşmalarını sağlamaktadır. Bu yüzden KFG, farklı departmanlardan oluşan takımın yürüttüğü eř zamanlı mühendislik uygulamasıdır (Guinta, 1993).

TKY; eř zamanlı mühendisliğe dayanarak süreçlerin yönetilmesini; kaliteli yeni ürün veya hizmetin, doğru zamanda ve miktarlarda doğru müşteriye ulaştırılmasını sağlar.

Bu aşamada KFG, TKY' nin temel bir ayağını oluşturur. TKY; kaliteyi oluşturmanın müşterilerin ne istediklerini sormakla başlayacağını belirtir. KFG bu soruya cevap bulan bir araçtır. KFG süreci müşterinin sesini tüm şirkete yayarak toplam kalite amaçlarına ulaşmayı sağlar. Böylece şirketin kaynaklarının müşteri isteklerini karşılamaya yoğunlaşması sağlanmış olur. Aynı zamanda KFG "Müşterinin Sesi"ni (Voice of Customer) ve "Şirketin Sesi"ni (Voice of the Company) süreç tasarımına dahil eder ve şirketin müşteri ihtiyaçlarını nasıl karşılayacağını belirler. KFG, TKY programı için zorunlu bir araçtır (Yenigöl, 2000).

### **3.4. Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 16949 Kalite Yönetim Sistemi**

Kaliteye yönelik çabalar; ustalık, kalite kontrol, toplam kalite kontrol gibi aşamalardan geçerek proses ve ürün tasarımlarına kadar ulaşmıştır. Günümüzde ISO 16949, ISO 9000 ve Toplam Kalite Yönetimi gibi uygulamalarla devam etmektedir.

Toplam Kalite Yönetimi, müşteri memnuniyetini göz önünde tutarak organizasyondaki farklı departmanların bir araya gelip kaliteyi geliştirme, koruma ve kaliteyi iyileştirme bakış açısı ile en düşük maliyetle ürün veya hizmeti gerçekleştirmeye çalışan bir sistemdir.

Kalitenin yönetimi için genel bir çerçeve sağlayan ISO 16949 veya ISO 9000 gibi standartlar; firmada güven ortamı yaratır, müşteriye tüm hizmet ve ürünlerin tutarlılığının güveninin verilmesini sağlar. Etkili bir yönetim sisteminin nasıl

kurulabileceği, dökümanente edilebileceği ve sürdürülebileceği konusunda yol göstermek, firmalar arasında güven ortamı yaratmak, proseslerin yönetilmesiyle ürün/hizmet kalitesinin sağlanması, devam ettirilmesi, ve iyileştirilmesi , müşteriye ürün ve hizmetlerin tutarlılığının güveninin verilmesi de amaçlanmaktadır.

ISO 16949'a göre Kalite Yönetim Sistemi, kalite açısından organizasyonu yönlendiren ve kontrol eden bir sistemdir. Bu anlamda; TKY açısından, ISO 16949 standardı, iç ve dış müşteri memnuniyeti sağlama yolunda, izlenmesi ve oluşturulması gereken bir sistemdir. Aynı zamanda TKY felsefesinin etkinliğini ve başarısını; ISO 16949'un kalite planını oluşturup yapılacakları ortaya çıkarması ile direkt etkilemektedir.

TKY, kalite düzeyini tüm etkileriyle ele alan bir sistem olduğu için oldukça ayrıntılıdır. Bu yüzden işletmelerde TKY felsefesini tüm çalışanlara benimsetmek kolay değildir. İşte bu aşamada; ISO 16949 Standardı, TKY mantığını işletmede yayar, çalışan bir sistem olarak çalışanlara kalite hakkında eğitimler sağlar, uygulamayı takip eder ve denetler. Böylece TKY bilincini süreç içerisinde kafalarda yer almasını sağlar.

ISO 16949 veya ISO 9000 gibi standartlar, işletmenin kalite yönetim sistemine sahip olduğunu ve uygun biçimde işlediğini ispatlayan somut bir kanıttır. Dolayısıyla bu sistemler ve TKY arasındaki tek fark, kapsam farkından oluşmaktadır (URL-4).

### **3.5. ISO 16949 Kalite Yönetim Sistemi**

#### **3.5.1. ISO 16949 standardı tarihçesi**

Otomotiv sanayi, 1900'lerde Henry Ford'un seri üretim teorileri ile evrensel ve kitlesel üretimle dünya endüstrisine girmiştir. Başlangıçta, el teknikleri ve işin profesyonelleri vasıtasıyla elde edilen üretim miktarları istekleri karşılamada yetersiz kalmıştır. Yeterli düzeyde nitelikli profesyonellerin olmaması sebebiyle üretim miktarları talebi karşılamamış ve her defasında aynı olması beklenen parçalar üretilmediği gibi ekstra işçiliklerle istenen niteliklere getirilmeye çalışılmıştır. Bu durum hem üretim hızının yavaş olmasına hem de tekrar işlemlerin oluşmasına neden olmuştur.

Sektörde oluşan bu darboğazlar otomotiv sektöründe teoriklerin geliştirilmesine ve ilerletilmesine neden olmuştur. Dolayısıyla üretim hızları talebi karşılayacak biçimde ilerletilmiş, geliştirilen mühendislik teknikleri ve toleransları ile parçaların seri üretim şartlarında ve serviste işlenebilirliği sağlanmıştır. Bütün bu ilerlemeleri gerçekleştiren; önceden planlama, döküman haline getirilmiş açıklamalar ve parça çizimleri, geometrik izinler vb. çalışmalardır. Bu yüzden otomotiv sanayisinde yer alan üreticiler tarafından kabul görececek bir kalite yönetim ağı meydana getirilmiştir.

Başlangıçta uluslar arası bir yönetim ağının olmaması nedeniyle her ülke kendi sektöründe, kendi kalite ağını meydana getirmeye yöneltmiştir. 1991 senesinde Almanya için V.D.A 6.1 ile kalite yönetim ağı aktif nitelik kazanmışken daha sonraki süreçte General Motors, Chrysler ve Ford tarafından Q.S 9000 ağı meydana getirilmiştir.

QS 9000, Chrysler'in Tedarikçi Kalite El Kitabı, Ford'un Q-101 Kalite Sistem Standardı ve kamyon üreticilerinin kalite sistem el kitaplarının ve General Motors'un "Mükemmellik için Hedefler" adlı kalite gereklerinin birbirleriyle uyum sağlamasıyla elde edilmiştir. "Tedarikçi Kalite Gereksinimleri Kitapçığı (Supplier Quality Requirements)" adı altında yürürlüğe konulan bu kitapçıkla QS 9000 standardı yavaş yavaş şekillenmeye başlamıştır.

QS 9000; Chrysler, Ford ve diğer katılımcı şirketlerin dahili ve harici tedarikçilerden üretim ve servis parçaları için temel kalite sistemi beklentilerini tanımlar.

ISO/TS 16949 Standardı ise, global otomotiv endüstrisi için The International Automotive Task Force (IATF) ile ISO Technical Committee-TC 176 tarafından oluşturulmuştur. QS 9000, VDA6.1/Almanya, EAQF/Fransa ve AVSQ/İtalya standartlarının gerekliliklerini karşılayacak şekilde bir kapsam oluşturmuştur. Ayrıca ISO 9000 Standardı temeline ve otomotiv sanayisinin spesifik gereksinimlerine dayanmaktadır.

Bu standardın oluşturulmasındaki amaç; otomotiv yan sanayileri kalite yönetim sistemlerinin tüm dünyada kabul gören ortak kriterlere göre denetlenmesi ve değerlendirilmesidir. VDA-6.1, AVSQ ve EAQF standartlarının 15 Aralık 2003

itibariyle, QS 9000' in ise 15 Aralık 2006 tarihi itibariyle geçerliliğini yitirmiş olması, otomotiv sektöründe ISO/TS 16949 Standartı'nı tek kılmaktadır.

### **3.5.2. ISO/TS 16949 standardı**

ISO/TS 16949, QS 9000 gereklerini içermektedir. Standart, ISO 9000 Standartı temeli üzerine otomotiv sektörüne özel gereksinimlerin dahil edilmesiyle oluşturulmuştur. Sürekli geliştirmeyi ve hataların ortaya çıkmamasını sağlayacak temel sistem anlayışına sahiptir.

ISO 16949 Standartının amacı; otomotiv ile ilgili ürünlerin tasarımı, geliştirilmesi, üretimi, montajı ve servis hizmetleri için konulan kalite sistem gerekliliklerini belirlemektedir. Bu yapıya ek olarak, araç üreticileri ve araç yedek parça üreticileri tarafından ayrı olarak istenilen müşteriye özel şartlarda mevcuttur.

ISO 16949 standartının 5 temel prensibi mevcuttur. Bunlar;

- Müşteri beklentilerinin belirlenmesi
- Çalışanların katılımı
- Müşteri memnuniyeti
- Sürekli iyileştirme
- Kalite hedeflerinin yaygınlaştırılması ( URL-1 ).

### **3.5.3. ISO 16949 sisteminin içeriği**

ISO/TS 16949' un kapsamında;

- Otomotiv sektörü için tasarım ve geliştirme, üretim ve uygun olduğunda servis faaliyetleridir.
- Müşterinin belirlediği ürünlerin imalat ve/veya servis parçaları üreten kuruluşların tesisleri için uygulanabilir.

Üretim ile anlatılmak istenen faaliyetler;

- Üretim maddeleri,
- Üretim ve servis parçaları,
- Kompleler,
- Isıl işlem, kaynak, boyama, kaplama veya diğer son işlem servisleridir.

- Saha denetim parçasını oluşturan tasarım merkezi, şirket merkez büroları ve dağıtım merkezleri gibi organizasyonlar tek başlarına bu teknik şartnameye göre belgelendirilemezler.
- ISO/TS 16949; kendi şartlarını ve müşteri özel isteklerini kapsamaktadır.

Bu teknik spesifikasyon, firmalara kalite sistem gerekliliklerini sunar. Ek olarak firmaya, bölüme, ürüne veya parçaya dayalı özel gereklilikler de olabilmektedir (Gün, 2005).

#### **3.5.4. ISO 9000 ve ISO/TS 16949'un karşılaştırılması**

ISO 9000'den TS'e geçerken dokümanların incelenip miktarlarının azaltılması kalite sisteminin kullanımını kolaylaştırmıştır. Ayrıca standardın içinde yer alan tanımlar ve terimler azaltılarak ISO/TC 176 Teknik Komitesi tarafından ISO 9000 sözlüğü oluşturulmuştur. Terim sayısı seksenbeş iken, ISO/TS 16949:1999'da bu sayı altmışa düşmüş ve yeni revizyonda ise sadece on üç terim bulunmaktadır.

Ford Motor Company, General Motors, Daimler Chrysler göre ISO 9000'in standardının genel olması ve tüm organizasyonlara uygulanması ve performans standartlarını açıkça kanıtlamamasından dolayı iki sınırlaması mevcuttur.

ISO/TS 16949'un zorunlu kıldığı ve ISO 9000 standartında olmayan bazı teknikler bulunmaktadır. Bu teknikler;

- MSA (Ölçüm Sistemleri Analizi)
- APQP (İleri Ürün Kalite Planlaması)
- PPAP (İlk Ürün Onay Prosesi)
- FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
- SPC (İstatistiksel Proses Kontrol) (Gün, 2005).

### 3.5.5. ISO 16949 sisteminin yararları

ISO 16949 KYS' nin yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1.) Otomotiv sektöründe ürün ve süreç kalitesi ile ilgili tedarik zincirini iyileştirir.
- 2.) Otomotiv endüstrisinde yaygın ve tutarlı uluslararası kalite sistem gerekliliklerini içermektedir.
- 3.) Tedarikçi kalitesinde küresel güven sağlar.
- 4.) Belgelendirme denetimleri için referans standart olma özelliğine sahiptir.
- 5.) Müşteri memnuniyetini öncelikli kılan süreç odaklı denetim için alt yapı oluşturur.
- 6.) Küresel pazarda kabul edilir bir standart olmanın getirdiği rekabet avantajını sağlar.

ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemleri'ne ek olarak;

- Mühendislik şartnamelerinin kontrolü
- Proses verimliliğinin gözden geçirilmesi
- Müşteri temsilcisinin görev yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi
- Çalışanların motivasyonu ve yetkilendirilmesi
- Fabrika, tesis ve ekipman planlaması
- Beklenmedik durum planlarının hazırlanması
- Tesiste temizlik ve düzenleme yapılması
- İmalat yapılabilirliği ve ürün risk analizi
- Üretim ve tasarımda FMEA uygulamaları
- Kontrol planı hazırlanması ve uygulanması konularını irdeler.

TS 16949: 2002 - ISO 9001: 2000'e dayanır ve yönetim sistemlerinin kurulması ve denetlenmesine değişik bir bakış açısı getirir (URL-2).

### 3.5.6. ISO 16949 kalite yönetim sistemi içinde QFD 'nin yeri

Otomotiv sektöründe müşteri şartlarını disiplinli bir biçimde dökümanente eden ve uygulayan ISO 16949'un gerekliliklerinden biri "Madde 7: Ürün Gerçekleştirme" dir. Ürün gerçekleştirmenin süreç içinde planlanması ve uygulanması için "İleri Ürün Kalite Planlaması Teknik El Kitabı" kullanılmaktadır. APQP, bir ürünün müşteri

gerekliliklerini sağlayabilmesi için gerekli adımları zaman planı dahilinde tanımlar ve ilgili departmanlara atayarak gerçekleştirir (Gün, 2005).

Tasarım faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştiği otomotiv sektöründe QFD sıkça kullanılmaktadır. ISO 16949 ‘u uygulayan otomotiv sanayi, QFD yöntemi ile tasarım sürecinde pek çok farklı müşterisinden farklı müşteri gerekliliklerini girdi olarak alır ve bu gerekliliklerin önem seviyesini belirledikten sonra sürecin hangi basamağında gerçekleştirdiğini ve prosesinde iyileştirme yapıp yapmaması gerektiğini tespit edebilir.

ISO 16949 Madde 7: Ürün Gerçekleştirme; tasarım konusunu Madde 7.3 başlığında “Ürün Tasarımı” ve “Süreç Tasarımı” olarak iki bölümde inceler. Ürün tasarımı, ürünle ilgili tüm teknik kriterleri belirler. Süreç tasarımı ise ürünün nasıl üretileceği ile ilgili en etkin ve verimli yöntemi belirler. Bu her iki adımın tasarım girdileri QFD gibi metodolojileri ile belirlenir (İkiz, 2008).

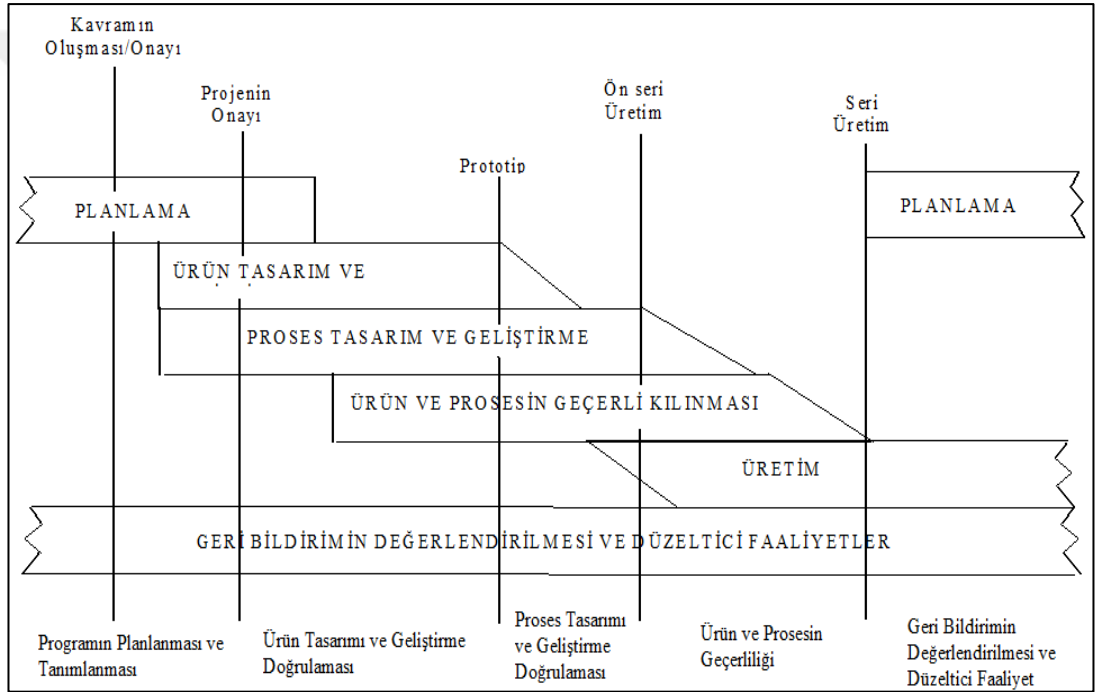
Bu çalışmada da APQP sürecinde olan ürünün süreç tasarımında müşterinin beklenti ve gereklilikleri doğrultusunda QFD metodolojisi kullanarak proses kontrol planı oluşturulmuştur.



#### 4. APQP SÜRECİ

İleri Seviye Ürün Kalite Planlaması, müşteriye memnun edecek ürünün oluşturulması için gerekli adımların tanımlanmasını ve kurulmasını sağlayan bir yöntem yapısıdır (Chrysler Corporation, 2008).

APQP planlaması Şekil 4.1'de gösterildiği gibi 5 bölümden oluşur (Chrysler Corporation, 2008).

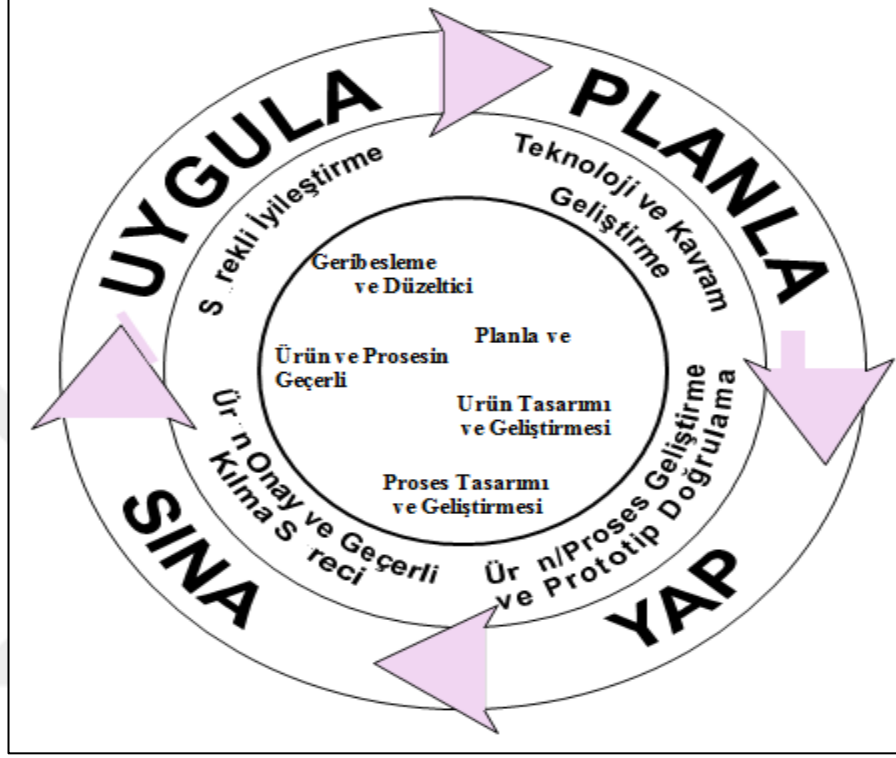


Şekil 4.1. APQP çevrimi

APQP çevrimi aşağıda belirtilen bölümlerden oluşmaktadır.

- Bölüm 1: Programın Tanımlanması & Planlanması (Plan & Define Program)
- Bölüm 2: Ürün Tasarım ve Geliştirme Doğrulaması (Product Design & Development Verification)
- Bölüm 3: Proses Tasarım ve Geliştirme Doğrulaması (Process Design & Development Verification)
- Bölüm 4: Ürün & Prosesin Geçerliliği (Product & Process Validation)
- Bölüm 5: Geri Bildirimin Değerlendirilmesi & Düzeltici Faaliyet (Feedback Assessment & Corrective Action)

Ürün kalite planlama döngüsü ile bir projenin ilerlemesi grafiksel olarak Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Kalite planlamasını döngü şeklinde ifade ederek projede edinilen bilgi ve deneyimler, sonraki projelere aktarılarak sürekli iyileştirme anlayışı vurgulanmıştır.



Şekil 4.2. Ürün kalite planlama döngüsü

Döngünün amacı aşağıdakilerin vurgulanmasını sağlamaktır:

- Ön Planlama: Döngüde yer alan ilk çeyrek ile ürün/proses geçerliliğinin sağlanarak planlamanın ön evresinin tamamlanması amaçlanır.
- Uygulama: Döngüdeki son çeyrek ile de çıktıların değerlendirilmesi müşteri memnuniyeti ve sürekli iyileştirmenin sağlanması amaçlanır (Kalmer, 2000).

#### 4.1. Ürün Kalite Planlamasının Amacı ve Faydaları

Ürün kalite planlamasının amacı aşağıdaki gibidir:

- 1) Gerekli bütün adımları zamanında tamamlanması için ilgili herkes arasında iletişimi kolaylaştırmaktır (Chrysler Corporation, 2008).
- 2) Müşteri ve tedarikçiler için ürün kalite planlaması karmaşıklığının azaltılması,
- 3) Ürün kalite planlamasının önemini anlaşılması,

- 4) Müşteri ve tedarikçiler arasında ürün kalite planlaması gereksinimlerinin ortak bir dille ifade edilerek standartlaştırılması,
- 5) Müşteri ve tedarikçiler arasında ürün kalite planlaması sürecinde daha etkin bir iletişim sağlanmasıdır.

Ürün kalite planmasının faydaları aşağıdaki gibi sırlanabilir:

- 1- Müşteri memnuniyeti için kaynakların yönlendirilmesi,
- 2- Gerekli değişikliklerin önceden bilinmesi,
- 3- Gecikmiş değişikliklerin engellenmesi,
- 4- Kaliteli bir ürünün zamanında ve en düşük maliyetle sağlanması.

#### 4.2. Ürün Kalite Planlamasının Sorumluluk Matrisi

Ürün kalite planlama fonksiyonlarının tedarikçilere göre dağılımını göstermek için Tablo 4.1’de sorumluluk matrisi oluşturulmuştur. Bu matrisin amacı tedarikçilerin planlama sorumluluklarının belirlenmesine yardımcı olmaktır.

Tablo 4.1. Ürün kalite planlama sorumluluk matrisi

	Tasarım Sorumluluğu Olan Tedarikçiler	Sadece Üretim Sorumluluğu Olan Tedarikçileri
Kapsamın Belirlenmesi	X	X
Projenin Tanımlanması ve Planlanması Bölüm 1	X	
Ürün Tasarımı ve Geliştirilmesi Bölüm 2	X	
Fizibilite Bölüm 2.13	X	X
Proses Tasarımı ve Geliştirme Bölüm 3	X	X
Ürün ve Prosesin Geçerlilik Kazanması Bölüm 4	X	X
Geri Besleme, Değerlendirme ve Düzeltici Faaliyetler Bölüm 5	X	X
Kontrol Planları Bölüm 6	X	X

### **4.3. Ürün Kalite Planlamasının Esasları**

#### **4.3.1. Ekibin oluşturulması**

Sadece kalite departmanına değil, diğer bölümlerin de katılımı gereklidir. Bu yüzden çapraz fonksiyonlu bir ekip; mühendislik, üretim, kalite, satın alma, satış ve servis bölümlerinden oluşturulmalıdır.

#### **4.3.2. Faaliyet alanının tanımlanması:**

Müşteri ihtiyaçları, beklentileri ve şartları tanımlanmalıdır. APQP ekibi, aşağıdaki şartları yerine getirmelidir:

- Planlama sürecinin izlenmesinden sorumlu ekip lideri seçilmelidir.
- Her bölümün görev ve sorumlulukları belirlenmelidir.
- İç ve dış müşteriler tanımlanmalıdır.
- Müşteri ihtiyaçları belirlenmelidir; QFD metodu bu aşamada kullanılır.
- Ekibe katılması gereken; kişi ve tedarikçiler seçilmelidir.
- Müşteri beklentileri anlaşılmalıdır; tasarım ve yapılacak deneme sayısı.
- Önerilen tasarımın performans şartlarının ve üretim proseslerinin yapılabilirliği değerlendirilmelidir.
- Maliyet, süre ve diğer kısıtlar tanımlanmalıdır.
- Müşteriden ihtiyaç duyulan destek tanımlanmalıdır.
- Dökümantasyon işlem ve metotları belirlenmelidir.

#### **4.3.3. Ekipler arası faaliyetler**

Müşteri veya tedarikçi ekipleri ile iletişim kanalları oluşturulmalıdır. Düzenli toplantılar ile iletişim sağlanmalıdır.

#### **4.3.4. Eğitim**

Müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılayacak şekilde yetenekleri geliştirecek ve şartları karşılayacak eğitim programı oluşturulmalıdır.

#### **4.3.5. Müşteri ve tedarikçi katılımı**

Müşteri, kalite planlama prosesini tedarikçisi ile başlatabilir. Ancak tedarikçinin kalite planlamasını gerçekleştirebilmesi için APQP ekibi kurması zorunludur. Tedarikçi kendi alt tedarikçisi ile aynı şekilde iletişim kurmalı ve alt tedarikçisinden aynı şekilde ekip kurmasını beklemelidir.

#### **4.3.6. Eşzamanlı mühendislik**

Eşzamanlı mühendislik, çapraz fonksiyonlu ekiplerin ortak bir hedef için faaliyet göstermesidir. Seri sıralanmış ve sonuçların bir diğerine aktarılarak kullanımının sağlandığı aşamaların yerine kullanılan bir yöntemdir. Amacı kaliteli bir ürünün daha çabuk ortaya çıkmasını sağlamaktır. APQP ekibi, diğer bölüm veya ekiplerin ortak hedef doğrultusunda faaliyetlerini planlamalarını ve uygulamalarını sağlar.

#### **4.3.7. Kontrol planları**

Ürün ve proseslerin kontrol sistemlerinin tarif edildiği dokümanlardır. Kontrol planları 3 ayrı aşamayı kapsar:

- 1- Prototip: Prototip üretim aşamasında kontrol edilmesi gereken; boyutsal ölçümler, malzeme ve performans testlerini içerir.
- 2- Ön Seri Üretim: Prototip sonrası, seri üretim öncesinde yapılması gereken boyutsal ölçümleri, malzeme ve performans testlerini içerir.
- 3- Seri Üretim: Seri üretimde ürün & proses özelliklerinin, proses kontrollerinin, deneylerin ve ölçüm sistemlerinin ayrıntılı dökümantasyonunu içerir.

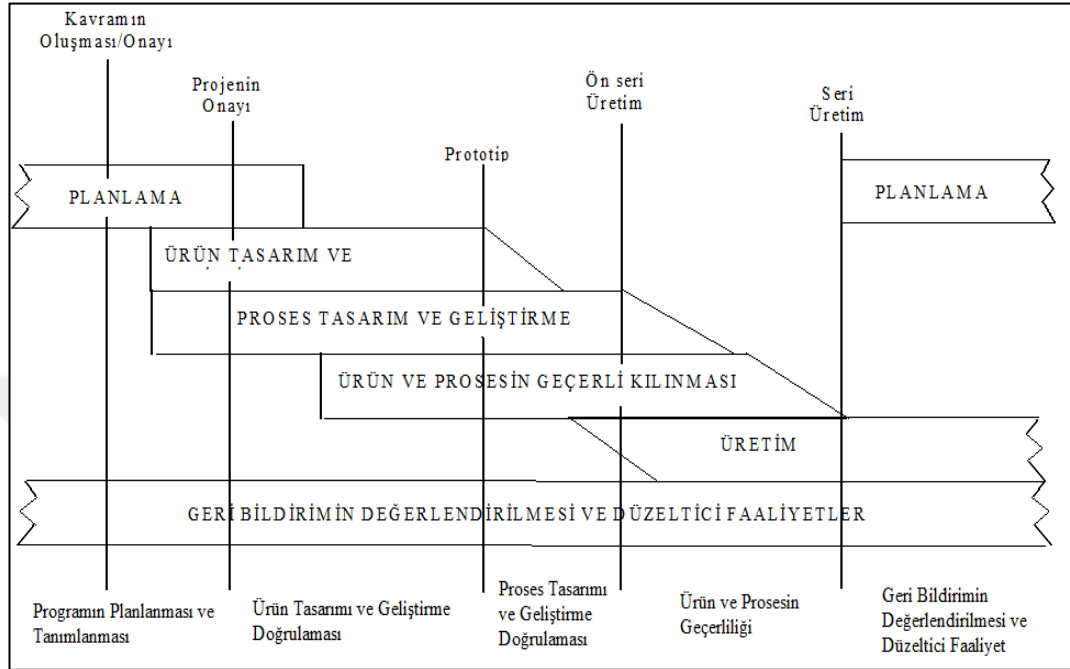
#### **4.3.8. Sorunların çözümü**

Ürün tasarımı veya prosesi sırasında karşılaşılan problemlerin çözümünde aksiyonlar, sorumlular ve termin belirlenmelidir. Problemlerin çözümünde 8D, DMAIC gibi sistematik problem çözme teknikleri kullanılmalıdır.

#### **4.3.9. Ürün kalite zamanlama planı:**

Ürün kalite zaman planı, APQP ekibi tarafından hazırlanmalıdır. Zamanlama planı hazırlanırken ürün tipinin, karmaşıklığının ve müşteri beklentilerinin dikkate

alınması gerekmektedir. Plan içerisinde faaliyetler, sorumlular, kritik kontrol noktaları ve terminler belirtilmelidir. APQP ekip lideri tarafından plan izlenmeli, gelinen durumun değerlendirilmesi/raporlanması ve güncellenmesi sağlanmalıdır.



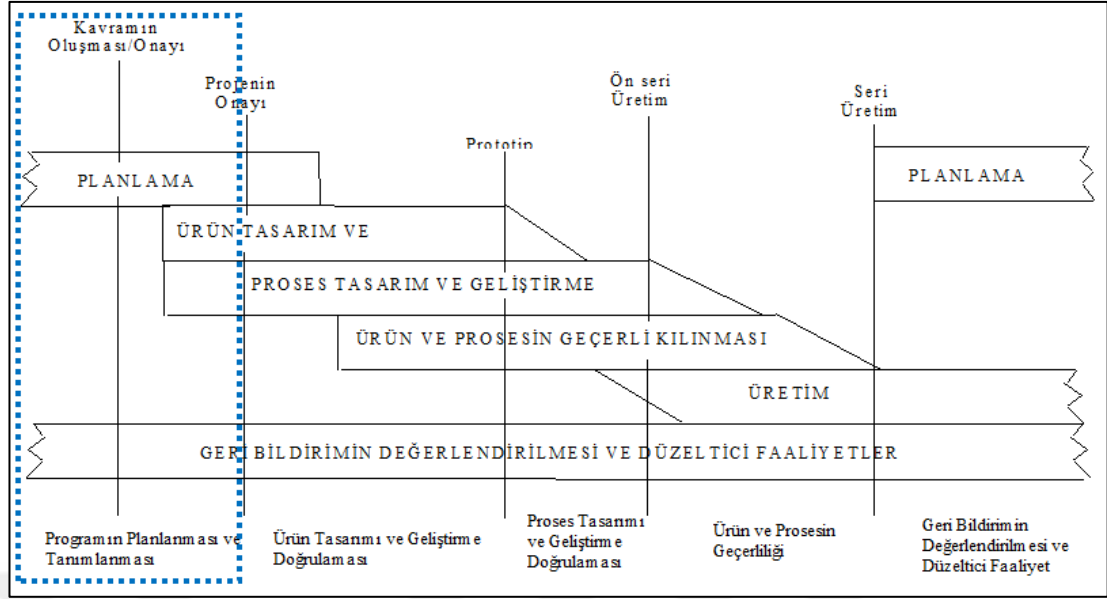
Şekil 4.3. Ürün kalite planlaması zamanlama diyagramı

Şekil 4.3'te ürün kalite planlama zamanlaması oluşturulmuştur. APQP ekibinden, proje çalışmalarını ürün kalite planlaması zaman diyagramı ve ürün kalite planlama döngüsü ile hata önlemeye odaklanması beklenmektedir. Hataların önlenmesi ise ürün ve üretim mühendislik faaliyetlerinin bir arada yürütüldüğü eşzamanlı mühendislik ile sağlanır. APQP ekibi, zamanlamalarının müşteri zamanlaması ile aynı veya daha erken olmasını sağlamakla yükümlüdür.

#### 4.4. Ürün Kalite Zamanlama Planı

##### 4.4.1. Programın planlanması ve tanımlanması

Bu aşamada Şekil 4.4'te gösterildiği gibi kaliteli bir ürün projesinin tanımlanması ve planlanması için müşteri ihtiyaçlarının ve beklentilerinin nasıl belirleneceği anlatılmaktadır. Bu aşama, müşteri ihtiyaçlarının ve beklentilerinin iyi anlaşıldığını garantileyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu aşamanın girdi ve çıktıları; müşteri beklenti ve ihtiyaçları, ürün ve prosese göre farklılık göstermektedir.



Şekil 4.4. Programın planlanması ve tanımlanması aşaması

Programın planlanması ve tanımlanması aşamasının girdileri:

Müşterinin sesi: İç ve dış müşteri şikayet ve önerilerini biraraya getirilmesi ile elde edilir. Bu verileri toplayabilmek için pazar araştırması, garanti ve kalite bilgileri, ekip çalışması gibi metotlar kullanılır. Pazar araştırması, müşteri görüşmeleri, anketler, pazar testleri ve pazar durumu raporları, yeni ürün kalitesi veya güvenilirliği çalışmaları, rakip ürünlerin kalitesinin incelenmesi gibi metotlarla müşteri beklenti ve ihtiyaçlarını ürün ve proses karakteristiklerine dönüştürmede yardımcı olabilir. Garanti ve kalite bilgileri, geçmişte müşteriden gelen şikayet ve problemlerin ürünün tasarım, üretim, montaj aşamalarında tekrar etme riskine karşılık kullanılmalıdır. Garanti raporları, yeterlilik göstergeleri, tedarikçi iç kalite raporları, problem çözümleri raporları, müşteri iade raporları vs. kullanılmalıdır. Ekip çalışması: Geçmiş kalite fonksiyon açılımı (QFD) projeleri, medya yorumları ve analizi, müşteri gözüyle değerlendirmeler, yasal şartlar ve yönetmelikler gibi veri kaynakları ekip tarafından kullanılabilir.

İş planı/pazar stratejisi: İş planlarının getirebileceği kısıtlamalar (zaman, maliyet, yatırım, AR-GE kaynakları vb.) ekip çalışmasının yönlendirilmesinde dikkate alınmalıdır. Pazar stratejisi ile hedef müşteri, satış noktaları ve rakiplerin durumu belirlenmelidir.

Ürün/proses benchmark verileri: Ürün & proses performans hedeflerinin oluşturulması için “benchmarking” tekniği kullanılmalıdır.

Ürün/proses tahminleri: Tasarım girdileri olarak kullanılmak üzere ürün özellikleri, tasarımı ve prosesi konusunda varsayımlar oluşturulmalıdır.

Ürün güvenilirlik çalışmaları: Ürün ile ilgili parça tamir veya değişim sıklığı, ürün ömrü belirlenmelidir.

Müşteri girdileri: Ürünün daha sonraki kullanıcılarının ihtiyaç ve beklentileri belirlenmelidir. Programın planlanması ve tanımlanması aşamasının çıktıları:

Tasarım hedefleri: Müşteri Sesi'nin ölçülebilir ve denenebilir tasarım hedeflerine dönüştürülmesidir. Tasarım hedeflerinin doğru seçilmesi daha sonraki aşamalarda müşterinin sesinin kaybolmamasını sağlar.

Güvenilirlik ve kalite hedefleri: Güvenilirlik hedefleri; müşteri ihtiyaçları ve beklentileri, proje amaçları ve güvenilirlik kıyaslamaları göz önüne alınarak oluşturulmalıdır. Kalite hedefleri; sürekli iyileşmeyi temel alacak şekilde PPM, hata veya hurda oranlarının belirlenmesidir.

Taslak ürün ağacı: Alt tedarikçi listesini oluşturacak şekilde taslak ürün ağacı oluşturulmalıdır.

Taslak proses iş akışı: Tahmin edilen üretim prosesleri ve proses akış şeması belirlenmelidir.

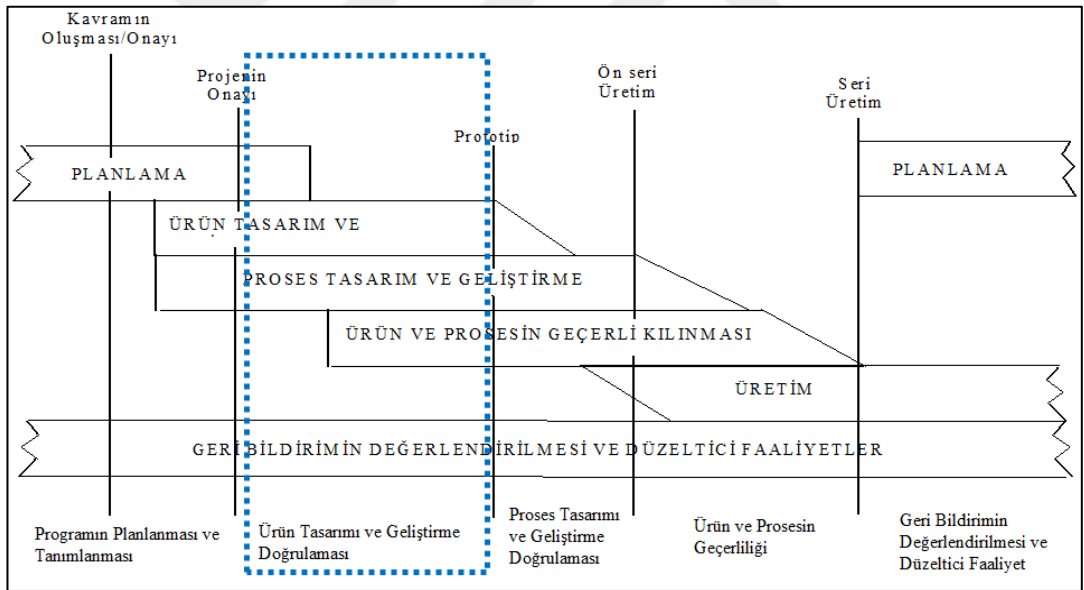
Taslak ürün ve proses özel karakteristikleri: Ürün ve proses karakteristikleri müşteri veya tedarikçi tarafından belirlenmelidir. Karakteristikler belirlenirken veri olarak; ürün varsayımları, güvenilirlik hedefleri, benzer ürünlerin FMEA çalışmaları veya tahmin edilen üretim proseslerinin proses karakteristikleri kullanılabilir.

Ürün güvence planı: Tasarım planını tasarım gereksinimlerine dönüştürür. Ürün güvence planı, proje gereklilik taslağının çıkarılmasını, güvenilirlik, dayanıklılık hedeflerinin ve şartlarının tanımlanmasını, hata türleri analizinin geliştirilmesini, projeyi riske atabilecek unsurların değerlendirilmesini, teknik standartların taslak şartlarının belirlenmesini içerir.



Yönetim desteği: Ürün Kalite Planlaması'nın her aşamasında yönetimin bilgilendirilmesi yapılmalıdır. Yönetime, planlanan tüm gereksinimlerin yerine getirildiği ve/veya çıkan sorunların belgelendiği ve çözüm için programa bağlandığı gösterilerek yönetimin desteği korunmalıdır.

Ürün tasarımı ve geliştirme: Bu aşamada, Şekil 4.5'te gösterildiği gibi tasarım özellikleri ve karakteristikleri ele alınır. Bu bölümde ürün veya hizmetin müşterinin beklentilerine uygunluğunu doğrulamak üzere protip yapımına geçilir. Tasarlanan ürün veya hizmet, üretim adetlerini karşılayabilmeli ve mühendislik gereksinimleri; kalite, güvenilirlik, maliyet ve zamanlama amaçlarını gerçekleştirecek tutarlılıkta olmalıdır. Bu bölümde QFD gibi analitik yöntemler kullanılarak ürün ve proses karakteristiklerinin tanımlanması ve önceliklendirilmesi sağlanabilir. Bölümün girdilerini programın planlanması ve tanımlanması aşamasındaki çıktılar oluşturmaktadır.



Şekil 4.5. Ürün tasarımı ve geliştirme aşaması

Bu bağlamda ürün tasarımı ve geliştirme aşamasının çıktıları aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

Tasarım FMEA (DFMEA): FMEA, hataların olasılığını ve etkilerini değerlendiren analitik bir yöntemdir. FMEA, referans kitapçığı kullanılarak oluşturulur. DFMEA, yaşayan bir belgedir ve müşteri şikayet ve ihtiyaçlarına göre sürekli güncellenir.

Üretilebilirlik ve montaj tasarımı: Tasarım fonksiyonları, yapılabirlik ve montaj kolaylığının arasındaki ilişkiler optimize edilmelidir. İmalat ve/veya montaj prosesi, boyutsal toleranslar, performans şartları, parça sayısı, proses ayarlamaları, malzeme hareketleri vb. konular göz önüne alınmalıdır.

Tasarım Doğrulaması: Ürün tasarımının müşteri şartlarını ve ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığı teyit edilmelidir.

Tasarımın gözden geçirilmesi: Belirli aralıklarla gözden geçirme toplantıları yapılmalıdır. Toplantılarda; ürün tasarımı, tasarım FMEA sonuçları, doğrulama faaliyetleri ve test sonuçları değerlendirilmelidir.

Prototip yapımı - kontrol planı: Prototip yapımı esnasında ortaya çıkacak boyutsal ölçümlerin, malzeme ve fonksiyonel testlerin tanımlanması için prototip kontrol planı hazırlanmalıdır. Bu aşamada ürün veya hizmetin müşterinin sesini ne kadar karşıladığı boyutsal, malzeme ve performans testleri ile kanıtlanır.

Mühendislik çizimleri/teknik çizimler: Teknik çizimlerdeki özel karakteristikler, boyut/tolerans verileri ve yapılabirliği, kalıp&master tasarımı, montaj, fonksiyon, dayanıklılık&emniyet yönetmelik gerekliliklerini etkileyip etkilemediğini tespit etmek için gözden geçirilmelidir.

Mühendislik spesifikasyonları: Spesifikasyonlarda belirtilen fonksiyon, dayanıklılık ve görünüm şartları ile bu parametrelerin örnek büyüklüğü, frekansı ve kabul kriterleri gözden geçirilmelidir.

Malzeme spesifikasyonları: Malzeme spesifikasyonları fiziksel özellikler, performans, çevre, taşıma ve depolama şartlarına yönelik olarak gözden geçirilmeli ve kontrol planında yer almalıdır.

Çizim ve şartname değişiklikleri: APQP ekibi, çizim ve şartname değişikliklerinin ilgili tüm bölümlere bildirilmesi ve dokümanite edilmesi sağlanmalıdır.

Yeni ekipman ve tesis ihtiyaçları: Yeni ekipman ve tesis ihtiyaçları saptanmalı ve zaman diyagramına eklenerek temin edilmelerine yönelik sorumluluk ve terminler konulmalıdır.

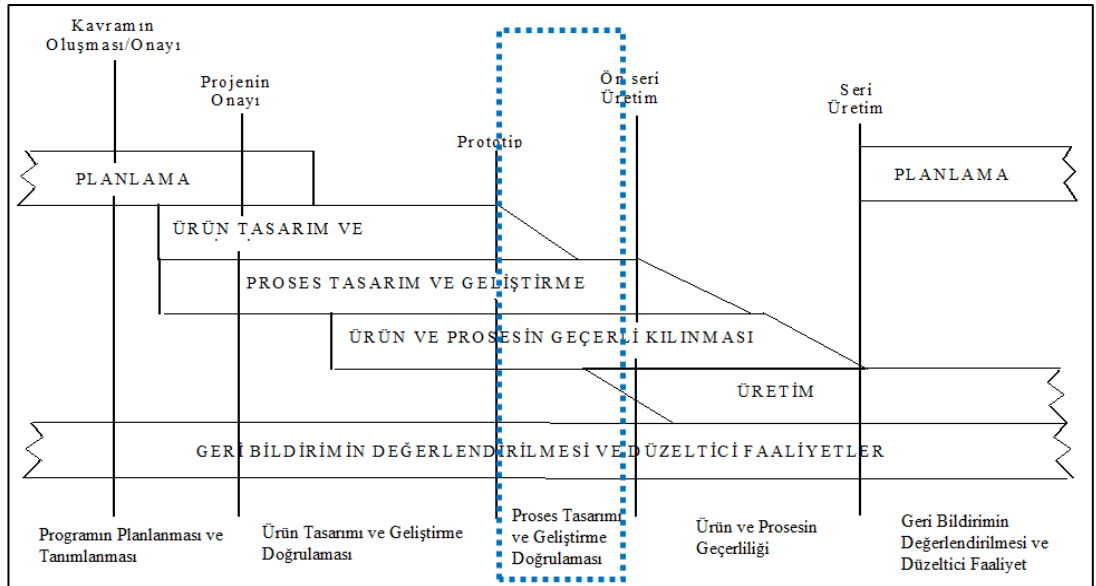
Ürün ve proses özel karakteristikleri: Müşterinin sesinden anlaşıldığı üzere ürün ve proseslere ait özel karakteristikler, teknik verilerin ve tasarım özelliklerinin değerlendirilmesine bağlı olarak belirlenmeli ve kontrol planları üzerinde gösterilmelidir.

Master ve test ekipmanı ihtiyacı: Yeni master ve test ekipmanı ihtiyacı belirlenerek zaman planı oluşturularak temin edilmesine yönelik sorumluluk ve terminler takip edilmelidir.

Ekip yapılabilirlik taahhüdü ve yönetim desteği: Bu aşamada, önerilen tasarımın aşağıdaki kriterler açısından yapılabilirliği değerlendirilmeli ve yönetimin desteğine sunulmalıdır: imal ve montaj edilebilmesi, test edilebilmesi, paketlenebilmesi, yeterli miktarda ve kabul edilebilir maliyetle ve zamanında müşteriye teslimat.

#### 4.4.2. Proses tasarımı ve geliştirme

Bu aşamada Şekil 4.6'ta gösterildiği gibi müşterinin beklenti ve ihtiyaçlarına uygun ürün veya hizmet elde edebilmek için imalat sistemi geliştirmesi ve kontrol planının belirginleşmesi ele alınmaktadır. Bu bölümün girdilerini, ürün tasarımı bölümünün çıktıları oluşturmaktadır.



Şekil 4.6. Proses tasarımı ve geliştirme aşaması

Bu bağlamda proses tasarımı ve geliştirme aşamasının çıktıları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

Ambalajlama standartları: Müşteri ambalajlama standartları kullanılmalıdır. Müşterinin belirlediği bir standart yok ise ürüne özgü ambalaj tasarımı yapılmalıdır.

Ürün/proses kalite sisteminin gözden geçirilmesi: Mevcut kalite sistem dokümantasyonu (prosedür, talimat, operasyon kartı, şartnameler vb.) gözden geçirilmeli, gerekli kontroller ve/veya yöntemler oluşturularak güncellemeler yapılmalıdır.

Proses akış diyagramı: Mevcut veya öngörülen proses akışının şematik sunumu olan proses akış diyagramı hazırlanmalıdır. Akış şeması; imalat veya montaj prosesinin başından sonuna kadar makina, malzeme, metot ve işgücü değişimlerinin kaynaklarını analiz etmek için kullanılır. Proses Akış Şeması, Proses FMEA ve kontrol planı hazırlanması sırasında prosese odaklanmak için kullanılır.

Yerleşim planı: Malzeme akışı proses akış şemasına göre atölye yerleşim planı düzenlenmeli, kontrol noktaları, görsel yardımcılara ulaşılabilirlik, stok alanları gibi yerleşime yönelik değerlendirmeler yapılmalıdır

Karakteristik matrisi: Proses parametreleri ile imalat operasyonları arasındaki ilişkiyi gösteren karakteristik matrisi hazırlanmalıdır.

Proses hata türü ve etkileri analizi: Üretime başlamadan önce proses FMEA çalışması yapılmalıdır ve değişen şartlara göre proses FMEA çalışmaları gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir. (FMEA Referans Kitapçığı kullanılmalıdır.)

Ön seri kontrol planı: Prototip üretiminden sonra ve seri üretimden önce gerçekleştirilecek boyutsal kontrol, malzeme ve fonksiyon testleri için ön seri kontrol planı hazırlanmalıdır.

Proses talimatları: Operatörler için anlaşılabilir ve yönlendirici proses talimatları hazırlanmalıdır. Talimatlar çalışma hızı, çevrim süresi gibi ayar parametrelerini içermeli ve operatörler tarafından ulaşılabilir olmalıdır.



Deneme üretimi: Deneme üretimi, üretimde kullanılacak aparatlar, kalıp, çevre koşulları, operatör, tesis ve çevrim süresi kullanılarak yürütülür. Deneme üretiminde üretilen minimum miktar müşteri tarafından belirlenmelidir. Deneme üretimin çıktıları aşağıdaki konularda kullanılmalıdır:

- Ön proses yeterliliği çalışması,
- Ölçüm sisteminin değerlendirilmesi,
- Prosesin gözden geçirilmesi,
- Üretim parçası onayı,
- Üretimi geçerli kılma testleri,
- Ambalajlamanın değerlendirilmesi,
- Kalite planlamasının sonu ve onayı.

Ölçme sistemlerinin değerlendirilmesi (MSA): Kontrol planında belirtilen karakteristiklerin kontrolünde kullanılan ölçme sistemlerinin analizi yapılmalıdır. Analiz, MSA Referans Kitapçığı 'na göre yapılır.

Ön proses yeterliliği çalışması (SPC): Kontrol planında belirtilen karakteristiklerin ön proses yeterliliği yapılmalıdır. Analiz, SPC Referans Kitapçığı' na göre yapılır.

Üretim parçası onayı (PPAP): Üretim araçları ve prosesleri sonucunda ortaya çıkan ürünün mühendislik şartlarını karşıladığını teyit etmek amacı ile onaylanması gerekmektedir. PPAP Referans Kitapçığı' na göre hazırlanır.

Ürün geçerlilik testleri: Mühendislik şartnameleri doğrultusunda ürünü geçerli kılacak testler yapılarak ürünün müşteri beklentilerini karşıladığı doğrulanır.

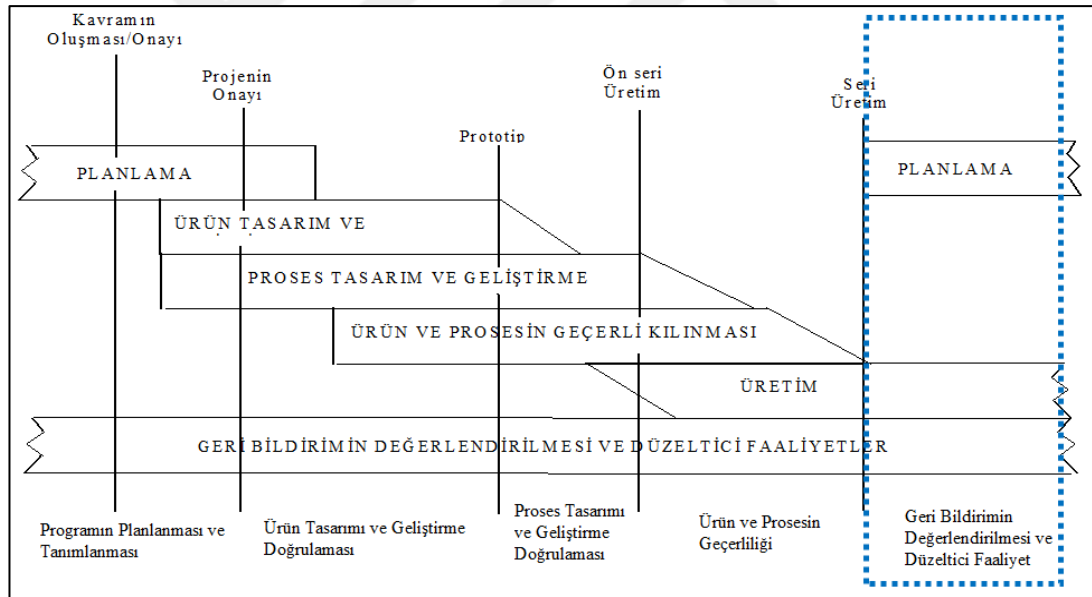
Ambalaj değerlendirmesi: Ürünün kötü çevre koşulları ve nakliye sırasında oluşabilecek hasara karşı uygun ambalajlama ile korunduğunun doğrulanması sağlanmalıdır.

Üretim kontrol planı: Ürünün ve proseslerin kontrolü için uygulanacak sistemleri tanımlayan üretim kontrol planı hazırlanmalıdır. Kontrol planı seri üretim aşamasında gözden geçirilerek sürekli revize edilmesi gereken yaşayan bir dokümandır.

Kalite planlamasının imzalanması ve yönetim desteği: APQP ekibi tarafından üretimde değerlendirme yapıp projenin resmi olarak sonlanması işlemi gerçekleştirilmelidir. Değerlendirmede kontrol planları, operasyon talimatları, ölçme ve deney ekipmanları kontrol edilir. Tüm planlama şartları gerçekleştirildiğine dair gözden geçirme yapılarak yönetimin desteği sağlanır.

#### 4.4.4. Geri bildirim, değerlendirme ve düzeltici faaliyet

Ürün kalite planlaması, proses onayı ve proje devreye alındıktan sonra da devam eder. Parçanın seri olarak imalatıyla bütün genel ve özel değişkenlikler bu aşamada değerlendirilebilir. Bu aşamada Şekil 4.8'de gösterildiği gibi ürün kalite planlamasının değerlendirmesi geri bildirimlerle yapılır. Üretim kontrol planı, ürünün değerlendirilmesinde kullanılacak temel dokümanı oluşturur. Bu bölümün girdilerini ürün ve proses geçerliliği bölümünün çıktıları oluşturmaktadır.



Şekil 4.8. Geri bildirim, değerlendirme ve düzeltici faaliyet aşaması

Bu bölümün çıktıları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

Azaltılmış değişkenlik: Proses değişkenliğini belirlemek için kontrol kartları ve diğer istatistik teknikler kullanılarak analizler yapılır ve düzeltici faaliyetler ile değişimin azaltılmasına çalışılır.

Müşteri tatmini: Ürünün kullanılmaya başlaması ile ortaya çıkan müşteri tatmini değerlendirilmelidir. Tedarikçi ve müşteri var olan eksikliklerin giderilmesi için yapılması gereken değişikliklerde ortak çalışmalıdır.

Sevkiyat ve servis: Sürekli iyileştirme, servis aşamasına kadar devam ettirilmelidir. Servis aşamasında kazanılan deneyim, kalite maliyetlerinde azalma sağladığı gibi bir sonraki projede doğru parça veya sistemin bulunmasını sağlayacaktır (Mumcu, 2016).

#### **4.4.5. APQP sürecinde QFD'nin yeri**

APQP sürecinin major elementi müşteri ihtiyaçlarının anlaşılmasıdır. Müşteri ihtiyaçlarının (Voice of the Customer) mühendislik açısından anlaşılır hale gelebilmesi için QFD (Quality Function Deployment) metodu kullanılır. Bu metodla müşteri istekleri ürün ya da proses karakteristiklerine/gerekliliklerine çevrilir. Diğer önemli element de proses yeterliliğini sağlayacak şekilde tasarımın gerçekleştirilmesidir. Tasarım faaliyetlerinde QFD metodu kullanılarak ürünün özel/kritik karakteristikleri tespit edilir ve prosesin bu karakteristikleri karşılması beklenir. Bu karakteristikler istatistiksel proses kontrol (SPC) yöntemleri ile takip edilir, garanti altına alınır.

APQP sürecinin çıktısı olan kontrol planları, QFD metodu ile tespit edilen müşterinin özel ve kritik karakteristiklerinin üretim operatörlerine kadar indirgenmesini sağlar. Bir kontrol planında özel ve kritik karakteristiklerin hangi ekipmanlar kullanılarak, hangi proses parametreleriyle, hangi kontrol cihazları kullanarak, kim tarafından, ne sıklıkla kontrol edileceği ve uygunsuzluk durumunda neler yapılması gerektiği ile ilgili bilgiler yer alır (Wixson, 2008).

Bu çalışmada, APQP sürecinin ilk aşaması olan programın planlanması ve tanımlanması aşamasında müşterinin sesi (VOC), APQP ekibi tarafından planlanan periyodik toplantılarla tanımlanmıştır ve AHP yöntemi ile önceliklendirilmiştir. Daha sonra bu gereklilikler; APQP sürecinin 3. aşaması olan proses dizayn ve geliştirme aşamasında QFD yöntemi kullanılarak müşteri gerekliliklerine cevap veren proses yeterliliğine çevrilmiştir.



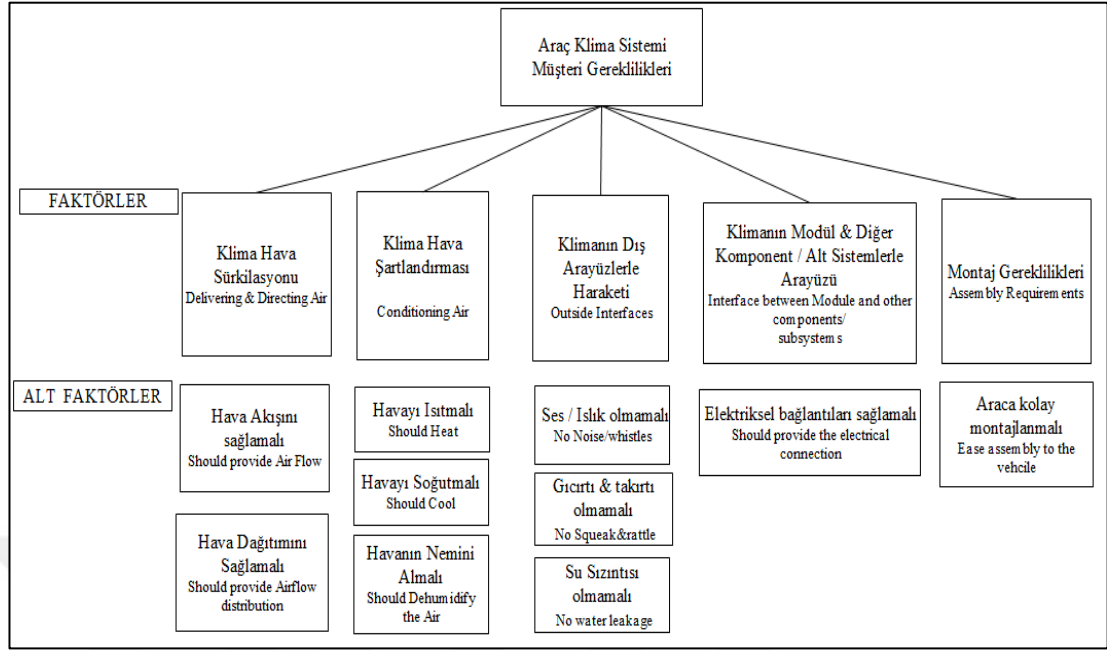
## 5. AHP VE QFD METODLARININ APQP SÜRECİNDE UYGULANMASI

Bu bölümde, önceki bölümlerde teorik olarak ele alınan İleri Ürün Kalite Planlama sürecinde QFD & AHP metodolojilerinin uygulanması gösterilecektir. Bu metodolojilerle otomotiv yan sanayide faaliyet gösteren bir firmada müşteri ihtiyaçlarının/spesifikasyonlarının karşılanarak daha kaliteli ürün ve hizmetle müşteri memnuniyetinin artırılması amaçlanmaktadır.

Çalışmanın gerçekleştirildiği firma, uluslararası bir firma olmuş olup dünya çapında otomotiv yan sanayiye liderlik eden firmalardan biridir. Firma OEM' lere klima sistemleri temin etmekte olup dünya genelinde 55.000 çalışana, Türkiye lokasyonunda ise 470 çalışana sahiptir.

Otomotiv sanayisinde aktif bir şekilde faaliyet gösteren firmanın amacı, müşterinin sesini (Voice of the Customer) analiz ederek; şikayetler, gereklilikler/spesifikasyonlar, beklentiler, öneriler ve bir önceki projelerden öğrenilen derslerle müşterinin istediği kalitede ürün sunarak müşteri memnuniyetini arttırmaktır.

Bu çalışmanın öncesinde; APQP ekibi tarafından, sürecin ilk aşaması olan projenin tanımlanması & planlama aşamasında müşterinin sesinin (Voice of the customer) dinlenmesi ve müşteri beklentilerinin belirlenmesi amacı ile müşteri ile periyodik APQP toplantıları yapılmıştır. APQP toplantılarında; yasal gereklilik ve yönetmelikler başta olmak üzere müşterinin yeni projeden beklentileri, önceki projeden alınan dersler (Lessons Learnt), önceki projedeki müşteri şikayetleri, garanti iadeleri gibi datalar baz alınarak müşteri gereklilik ve spesifikasyonları tespit edilmiştir. APQP ekip üyeleri; proje, mühendislik, kalite, satınalma, garanti, gibi çapraz fonksiyonlu (Cross-Functional) üyelerden oluşmaktadır. APQP toplantıları sonucunda müşteri gereklilikleri tespit edilerek bu gereklilikler Şekil 5.1'teki gibi hiyerarşik bir düzende faktör & alt-faktörler olarak yapılandırılmıştır:



Şekil 5.1. Hiyerarşik yapıda araç klima sistemi müşteri gereklilikleri

### 5.1. AHP Yöntemi ile Müşteri Gerekliliklerinin Önceliklendirilmesi

APQP ekibi tarafından hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra müşteri gerekliliklerinin kalite evine girdi oluşturması için AHP yöntemi ile önceliklendirme yapılmıştır. Müşteriden ikili karşılaştırmalar için belirledikleri gereklilikleri Saaty Rating Scale tablosu kullanarak karşılaştırmaya yapmaları istenmiştir. Böylece hem faktör hem de alt-faktörler için karşılaştırma matrisleri elde edilir.

Şekil 5.1'deki gibi faktör karşılaştırma matrisleri tamamlandıktan sonra, AHP adımları izlenerek Şekil 5.2'de öncelik vektörünü elde etmek için yüzde önem dereceleri elde edilmiştir. Son adım olarak da matrislerin tutarlılıklarını tespit edebilmek için Şekil 5.3'te tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Aynı işlem adımları izlenerek Şekil 5.4, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da alt faktörlerin karşılaştırma matrisleri, % önem dereceleri, öncelik vektörleri ve tutarlılık matrisleri gösterilmiştir.

Bu çalışmada, uzun proses adımlarından kaçınmak için, bütün hesaplamalarda (karşılaştırma matrisleri, % önem dereceleri, öncelik dereceleri vb.) Excel kullanılmıştır.

Tablo 5.1. Faktör karşılaştırma matrisi

Faktör Karşılaştırma Matrisi							
Müşteri Gereklilikleri		Faktörler	Klimanın Modül & Diğer Komponent Alt Sistemlerle Arayüzü	Klima Hava Sürkilasyonu	Klima Hava Şartlandırması	Klimanın Dış Arayüzlerle Haraketi	Montaj Gereklilikleri
	Fonksiyonellik	Klimanın Modül & Diğer Komponent Alt Sistemlerle Arayüzü	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00
		Klima Hava Sürkilasyonu	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00
		Klima Hava Şartlandırması	0,33	0,33	1,00	3,00	5,00
		Klimanın Dış Arayüzlerle Haraketi	0,33	0,33	0,33	1,00	5,00
	Montaj Uygunluğu	Montaj Gereklilikleri	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00

Tablo 5.2. Faktör % önem dağılımı ve öncelik vektörü

Faktör Karşılaştırma Matrisi							
Müşteri Gereklilikleri		Faktörler	Klimanın Modül & Diğer Komponent Alt Sistemlerle Arayüzü	Klima Hava Sürkilasyonu	Klima Hava Şartlandırması	Klimanın Dış Arayüzlerle Haraketi	Montaj Gereklilikleri
	Fonksiyonellik	Klimanın Modül & Diğer Komponent Alt Sistemlerle Arayüzü	0,35	0,35	0,40	0,29	0,24
		Klima Hava Sürkilasyonu	0,35	0,35	0,40	0,29	0,24
		Klima Hava Şartlandırması	0,12	0,12	0,13	0,29	0,24
		Klimanın Dış Arayüzlerle Haraketi	0,12	0,12	0,04	0,10	0,24
	Montaj Uygunluğu	Montaj Gereklilikleri	0,07	0,07	0,03	0,02	0,05

Tablo 5.3. Tutarlılık matrisi & E temel değer

		Müşteri Gereklilikleri								
		Fonksiyonellik				Montaj Uygunluğu				
Faktör Karşılaştırma Matrisi	Faktörler	Klimanın Modül & Diğer Komponent Alt Sistemlerle Arayüzü	Klima Hava Sirkülasyonu	Klima Hava Şartlandırması	Klimanın Dış Arayüzlerle Hareketi	Montaj Gereklilikleri				
	Klimanın Modül & Diğer Komponent Alt Sistemlerle Arayüzü	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00				
	Klima Hava Sirkülasyonu	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00				
	Klima Hava Şartlandırması	0,33	0,33	1,00	3,00	5,00				
	Klimanın Dış Arayüzlerle Hareketi	0,33	0,33	0,33	1,00	5,00				
	Montaj Gereklilikleri	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00				
	W (Öncelik) Vektörü	0,33	0,33	0,18	0,12	0,05				
	Matrix D: Tutarlılık Oranı	1,79	1,79	1,00	0,63	0,24	Σ	λ=	CI=	R=
Matrix E Temel Değer:	5,50	5,50	5,56	5,16	5,09	26	5,36	0,09	1,11	

Tablo 5.4. Alt faktör karşılaştırma ve tutarlılık matrisi-1

Müşteri Gereklilikleri		Alt Faktör Karşılaştırma Matrisi		Hava Akışını Sağlamalı	Hava Dağıtımını Sağlamalı: Hava dağıtımı bütün pozisyonlara (yüz, ayak, pencere) uygulanabilmeli				
		Fonksiyonellik	Klima Hava Sirkülasyonu	Hava akışını sağlamalı	1,00	3,00			
Müşteri Gereklilikleri	Fonksiyonellik	Klima Hava Sirkülasyonu	Hava Dağıtımını Sağlamalı: Hava dağıtımı bütün pozisyonlara (yüz, ayak, pencere) uygulanabilmeli	0,33	1,00				
			Hava akışını sağlamalı	0,75	0,75	0,75	1,50	0,75	1,99
			Hava Dağıtımını Sağlamalı: Hava dağıtımı bütün pozisyonlara (yüz, ayak, pencere) uygulanabilmeli	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	2,01
		Alt Faktör % Önem Dağılımı ve Öncelik Vektörü		Hava akışını sağlamalı	Hava Dağıtımını Sağlamalı: Hava dağıtımı bütün pozisyonlara (yüz, ayak, pencere) uygulanabilmeli	W (Öncelik) Vektörü	Matris D: Tutarlılık Oranı	W (Öncelik) Vektörü	Matris E Temel Değer:
									Σ4,00
							λ=	2,00	
							CI=	0,00	
				N=2→R	0		CR=	--	

Tablo 5.5. Alt faktör karşılaştırma ve tutarlılık matrisi-2

Müşteri Gereklilikleri		Alt Faktör Karşılaştırma Matrisi			Havayı ısıtmalı	Havayı soğutmalı	Havanın nemini almanı; pencerelede nem olmamalı					
		Fonksiyonellik		Havayı ısıtmalı	1,00	1,00	3,00					
Fonksiyonellik		Havayı şartlandırmalı		Havayı ısıtmalı	1,00	1,00	3,00					
		Havayı soğutmamalı		Havayı soğutmamalı	1,00	1,00	1,00					
		Havanın nemini almanı; pencerelede nem olmamalı		Havanın nemini almanı; pencerelede nem olmamalı	0,33	0,33	1,00					
Müşteri Gereklilikleri		Alt Faktör % Önem Dağılımı ve Öncelik Vektörü		Havayı ısıtmalı	Havayı soğutmamalı	Havanın nemini almanı; pencerelede nem olmamalı	W (Öncelik) Vektörü	Matris D: Tutarlılık Oranı	Matris E Temel Değer			
		Klima Hava Sirkülasyonu		Havayı ısıtmalı	0,43	0,43	0,43	0,43	1,29	3,00		
Fonksiyonellik		Havayı soğutmamalı		Havayı soğutmamalı	0,43	0,43	0,43	0,43	1,29	3,00		
		Havanın nemini almanı; pencerelede nem olmamalı		Havanın nemini almanı; pencerelede nem olmamalı	0,14	0,14	0,14	0,14	0,43	3,00		
										Σ9,00		
								2,00	λ=	3,00		
								0,00	CI=	0,00		
								N=2→R=		0,52	CR=	0,00

Tablo 5.6. Alt faktör karşılaştırma ve tutarlılık matrisi-3

Müşteri Gereklilikleri		Alt Faktör Karşılaştırma Matrisi			Ses/Isık olmamalı	Gıcırtı & takırtı olmamalı	Su sızıntısı olmamalı				
		Fonksiyonellik		Dış arayüzlerle hareket	Ses/Isık olmamalı	1,00	0,33	0,20			
Fonksiyonellik		Dış arayüzlerle hareket		Gıcırtı & takırtı olmamalı	3,00	1,00	0,33				
		Su sızıntısı olmamalı		Su sızıntısı olmamalı	5,00	3,00	1,00				
Müşteri Gereklilikleri		Alt Faktör % Önem Dağılımı ve Öncelik Vektörü		Ses/Isık olmamalı	Gıcırtı & takırtı olmamalı	Su sızıntısı olmamalı	W (Öncelik) Vektörü	Matris D: Tutarlılık Oranı	Matris E Temel Değer		
		Dış arayüzlerle hareket		Ses/Isık olmamalı	0,11	0,08	0,13	0,11	0,32	3,01	
Fonksiyonellik		Gıcırtı & takırtı olmamalı		Gıcırtı & takırtı olmamalı	0,33	0,23	0,22	0,26	0,79	3,03	
		Su sızıntısı olmamalı		Su sızıntısı olmamalı	0,56	0,69	0,65	0,63	1,95	3,07	
										Σ9,12	
								λ=	3,04		
								CI=	0,02		
								N=3→R=		CR=	0,04

Yukarıdaki işlem adımlarından CR değerlerinin 0,1'den küçük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla oluşturulan matrisler tutarlıdır.

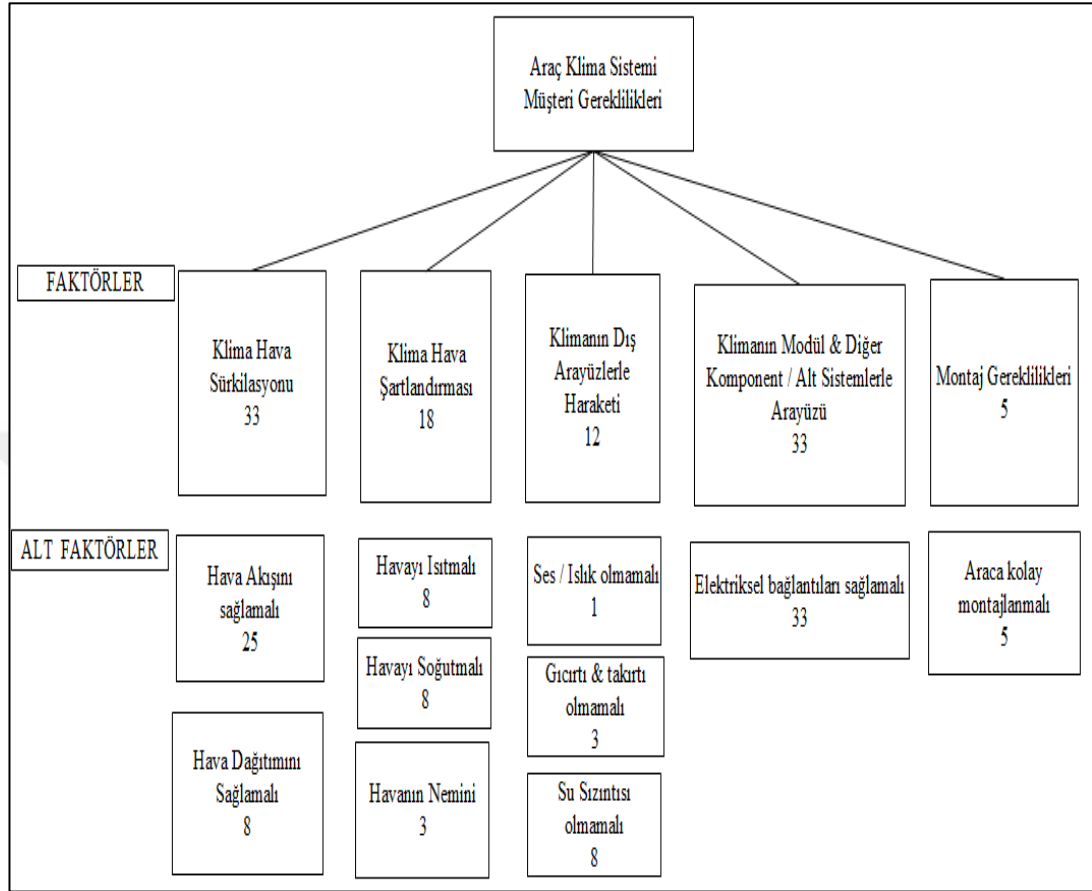
Tespit edilen her bir faktörün öncelik vektörleri baz alınarak alt faktörlerin öncelik düzeyleri, ait olduğu faktör öncelik vektörü ile çarpılarak her bir alt faktörün öncelik derecesi ağırlıklandırılmıştır.

Yukarıdaki veriler ışığında müşteri gerekliliklerini Tablo 5.7' de olduğu gibi birinci, ikinci ve üçüncü gereklilikler olarak sınıflandırılmış ve müşteri beklentileri önceliklendirilmiştir.

Tablo 5.7. Öncelik dağılımı

ÖNCELİKLERİN DAĞILIMI					
Müşteri Gereklilikleri	Birinci	İkincil Müşteri Gereklilikleri (Faktörler)	W (Öncelik Vektörü)	Üçüncü Müşteri Gereklilikleri (SUB-FACTORS )	W (Öncelik Vektörü)
	Fonksiyonellik	Klima Hava Sürkilasyonu (Delivering & Directing Air)		0,33	Hava Akışını sağlamalı (0,75)
Hava Dağıtımını Sağlamalı; Hava dağıtımı bütün pozisyonlara (yüz, ayak, pencere) uygulanabilmeli. (0,25)					0,08
Havayı Isıtmalı (0,43)					0,08
Klima Hava Şartlandırması (Conditioning Air)			0,18	Havayı Soğutmalı (0,43)	0,08
				Havanın Nemini Almalı ; pencereelerde nem olmamalı (0,14)	0,03
				Ses / Isık olmamalı (0,11)	0,01
Klimanın Dış Arayüzlerle Haraketi (Outside Interfaces)			0,12	Gıcırtı & takırtı olmamalı (0,26)	0,03
				Su Sızıntısı olmamalı (0,63)	0,08
Montaj Uyumu		Klimanın Modül & Diğer Komponent / Alt Sistemlerle Arayüzü (Interface between Module and other components/sub systems)		0,33	Araçtaki ilgili komponentlerle elektriksel bağlantı olmalı (0,33)
	Montaj Gereklilikleri (Assembly Requirements)				0,05

Yukarıdaki tabloda yer alan öncelik puanlarını 100 puan üzerinden değerlendirdiğimizde Şekil 5.2'deki hiyerarşik yapı elde edilir.



Şekil 5.2. Müşteri gerekliliklerinin öncelik dağılımı

Müşteri gereklilikleri ve bu gerekliliklerin önceliklendirilmesi yapıldıktan sonra müşterinin sesi ile firmanın sesi ilişkilendirilmesi sürecine geçilir.

## 5.2. QFD Yöntemi ile Müşteri Gerekliliklerinin Proses Dizaynına Aktarılması

Bu bölümün amacı; önceliklendirilen müşteri ihtiyaçlarının, beklenti ya da gerekliliklerinin mühendislik gerekliliklerine çevrilerek üretim açısından anlaşılır hale getirilmesidir. Böylece;

- Bu beklenti ve gerekliliklerin takip edilmesi ve kontrol altına alınması sağlanır.
- Bu beklenti ve gereklilikleri sağlayacak ve kontrol edecek ekipman ve cihazların temin edilmesi sağlanır.
- Bu beklenti ve gerekliliklerin operatör seviyesine indirilerek müşteri memnuniyeti ve kalite bilincinin yayılması sağlanır.

- Projenin kontrol ekipman maliyetlerinin belirlenmesi sağlanır.

APQP ekibi, tanımlanan ve önceliklendirilen müşteri gerekliliklerine karşılık gelen ürün özelliklerini belirleyerek Tablo 5.8'teki Kalite Evi oluşturulmuş ve parça karakteristikleri arasındaki korelasyon Şekil 5.3'te gösterilmiştir. Korelasyon matrisinde yer alan P, pozitif; N, negatif korelasyonu göstermektedir.

Kalite evinde, firma müşteri sorunlarını teknik bir perspektifte ele almıştır. Böylece, müşteri sorunları teknik karakteristiklere dönüştürülür ki; eğer hücrelerde herhangi bir atama/değer yoksa, ürün karakteristiği eksik olabilir ya da ürün karakteristiğinde modifikasyon yapılması gerekebilir. Boş sütun, ya kaynak israfını ya da eksik müşteri gerekliliğini gösterir (Cheng, 2010).

Tablo 5.8. Kalite evi; müşteri ve firmanın sesi

Normalize Teknik Önem Derecesi	Müşteri Gereklilikleri										Önem Seviyesi	Çalışmayan Blower Motor	
	Montaj Uyumu	Fonksiyonellik							Birincil				
		Montaj Gereklilikleri	Klimanın Modül & Diğer Komponent / Alt Sistemlerle	Klimanın Dış Arayüzleri Hareketli	Klima Hava Şartlandırması	Klima Hava Sirkülasyonu	Hava Akışını Sağlamalı	Müşteri Gereklilikleri (Faktörler)	Müşteri Gereklilikleri (Alt Faktörler)				
	Teknik Önem Derecesi	Kolay montajlanması	Araçtaki ilgili komponentlerle elektrikselsel bağlantı	Su sızıntısı olmamalı	Gürültü & takırıtı olmamalı	Ses/Isılık olmamalı	Havanın nemini almali; pencerelerde nem olmamalı	Havayı soğutmali	Havayı ısıtmalı	Hava dağılımını sağlamalı; Hava dağılımı bütün pozisyonlara (yüz, ayak, pencere) uygulanabilmeli	Üçüncül Müşteri Gereklilikleri (Alt Faktörler)	25	
% 100	2152	5	33	8	3	1	3	8	8	8	9		
% 13	273							3	3	9			

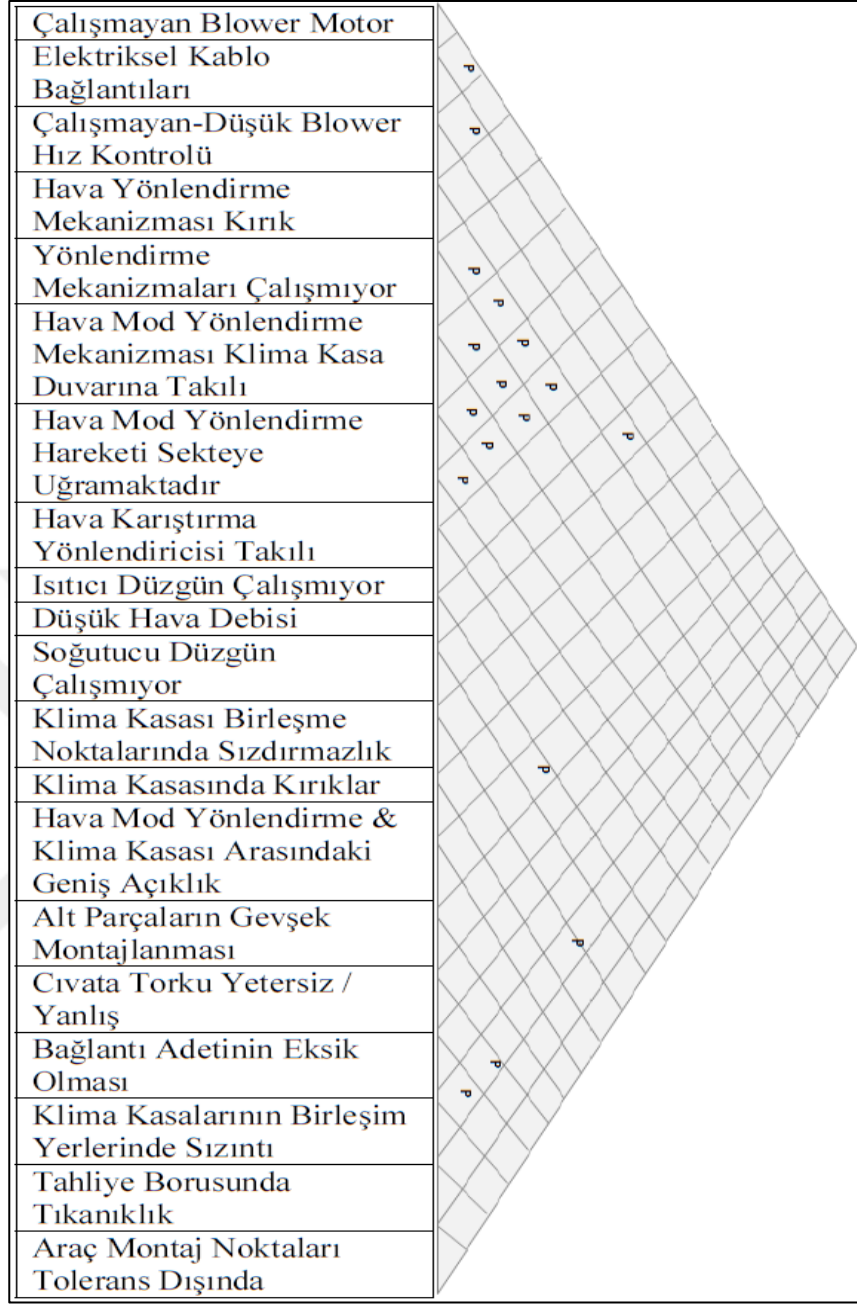


Tablo 5.8. (Devam) Kalite evi; müşteri ve firmanın sesi

% 34	738		9						9	3	Elektriksel Kablo Bağlantıları
% 5	99								3	3	Çalışmayan Düşük Blower Hız Kontrolü
% 7	147								9		Hava Yönlendirme Mekanizması Kırık
% 3	72								9		Yönlendirme Mekanizmaları Çalışmıyor
% 3	72								9		Hava Mod Yönlendirme Mekanizması Klima Kasa Duvarına Takılı
% 1	24								3		Hava Mod Yönlendirme Hareketi Sekteye Uğramaktadır
% 6	120							3	3	9	Hava Karıştırma Yönlendiricisi Takılı
% 3	72								9		Isıtıcı Düzgün Çalışmıyor
% 8	171						9	9	9		Düşük Hava Debisi
% 5	99						9	9			Soğutucu Düzgün Çalışmıyor
% 0	9					9					Klima Kasası Birleşme Noktalarında Sızdırmazlık
% 1	18	3				3					Klima Kasasında Kırıklar
% 0	3					3					Hava Mod Yönlendirme & Klima Kasası Arasındaki Geniş Açıklık

Tablo 5.8. (Devam) Kalite evi; müşteri ve firmanın sesi

% 1	27				9							Alt Parçaların Gevşek Montajlanması
% 2	51			3	9							Cıvata Torku Yetersiz / Yanlış
% 1	16	1		1	1							Bağlantı Adetinin Eksik Olması
% 3	72			9								Klima Kasalarının Birleşim Yerlerinde Sızıntı
% 1	24			3								Tahliye Borusunda Tıkanıklık
% 2	45	9										Araç montaj noktaları tolerans dışında



Şekil 5.3. Kalite evi; korelasyon matrisi

Şekil 5.3'deki kalite evi çalışmasının sonucunda aşağıdaki parça karakteristikleri ve operasyonlar kritik olarak tanımlanmıştır:

- 1) Elektriksel kablo bağlantılarının olmaması / No Electrical connection ; OP 40.03 (738).
- 2) Çalışmayan Blower Motor / Inoperative Blower Motor ; OP 40.03, (237).
- 3) Düşük Hava akımı / Low air flow, OP40.03 (171).

- 4) Hava Yönlendirme Mekanizması Kırık / Air Routing Mechanism Broken; OP40.01, (147).
- 5) Hava Karıştırma Yönlendiricisi takılı kalması / Air Blend Routing is stuck; OP40.01, (120).
- 6) Çalışmayan - Düşük Blower Hız Kontrolü / Inoperative-Low Blower Speed Control, OP40.03, (99).
- 7) Soğutucu düzgün çalışmıyor/ Evaporator doesn't run properly ; OP30.2 (99)
- 8) Yönlendirme Mekanizmaları çalışmıyor. Bir pozisyonda tıkalı (yüz,ayak veya pencere) / Kinematics of the Routing Mechanisms is not operable. Blocked at a certain position; OP40.01 (72).
- 9) Hava Mod Yönlendirme Mekanizması tıkalı; klima kasa duvarına takılı / Air Mode Routing Mechanism is blocked;stuck at housing walls; OP40.01 (72).
- 10) Isıtıcı düzgün çalışmıyor / Heater doesn't run properly; OP30.1 (72).
- 11) Klima kasalarının birleşme yerlerinden sızıntı / Leakage from case's splitlines; OP40.01, (72).

Şekil 5.3'te belirlenen korelasyon matrisinde, aşağıdaki parça karakteristikleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu ve bu karakteristiklerin aynı ekipman ile kontrol edilebileceği gözlemlenmiştir. Böylece, bu karakteristikler aynı istasyonda aynı anda kontrol edilecektir.

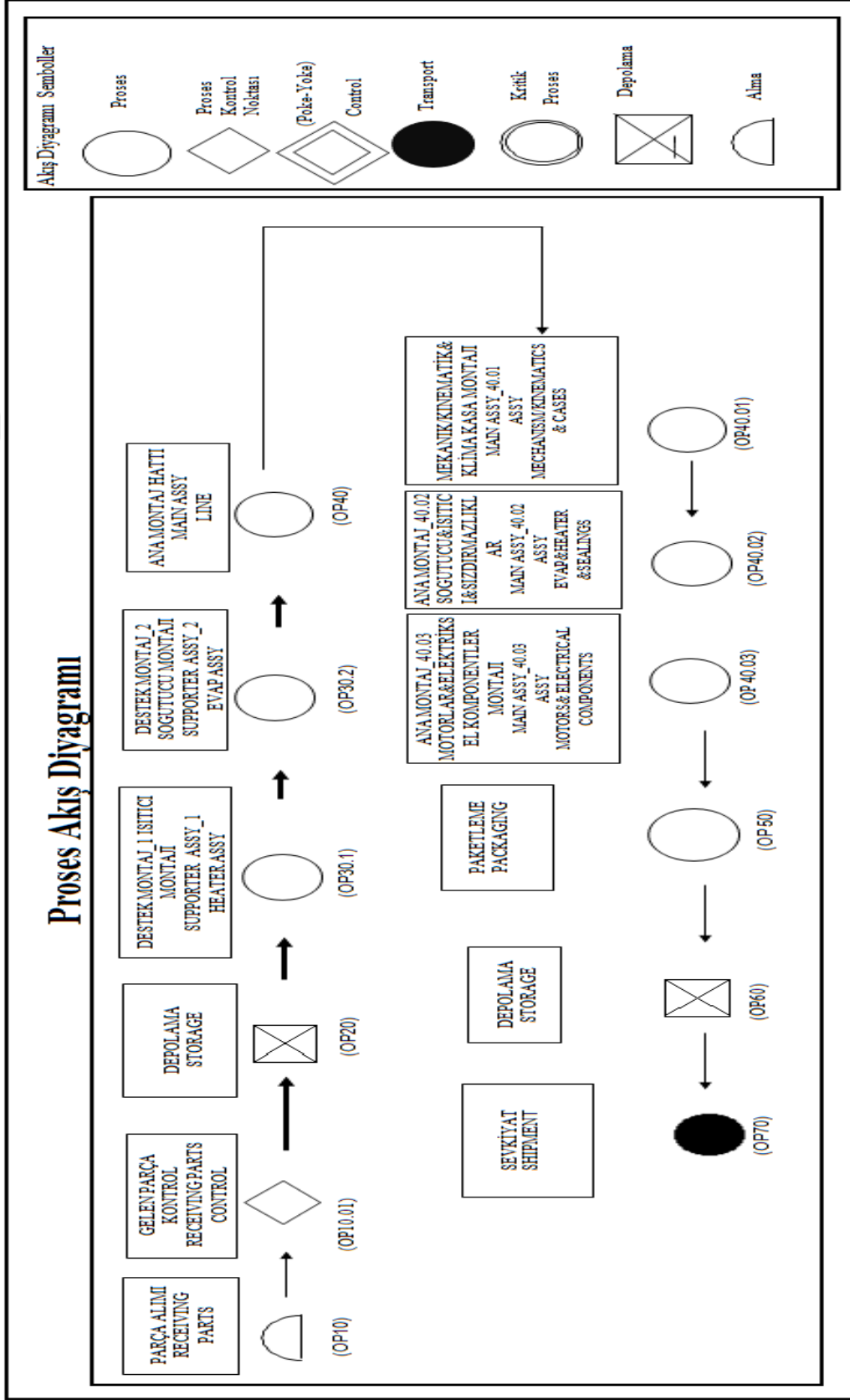
- 1) Blower Motor Çalışması & Elektriksel Kablo Bağlantıları (OP 40.03), Inoperative Blower Motor & Electrical Connection, (OP 40.03).
- 2) Elektriksel Kablo Bağlantıları & Low Blower Hız Kontrol, (OP 40.03), Electrical Connection & Inoperative/Low Blower Speed Control, (OP 40.03).
- 3) Çalışmayan / Düşük Blower Hız Kontrol & Düşük Hava Akımı, (OP 40.03), Inoperative/Low Blower Speed Control & Low Air Flow, (OP 40.03).
- 4) Hava Yönlendirme Mekanizması & Yönlendirme Mekanizması Kinematiği, (OP40.01), Air Routing Mechanisms & Kinematics of the Routing Mechanisms, (OP40.01 ).
- 5) Düşük Hava Akımı & Hava Mod Yönlendirmesi ve klima kasaları arasındaki açıklık (OP40.01), Low Air Flow & Excessive clearance between the Air Mode Routing&case, (OP40.01).

6) Klima kasası birleşme noktalarında yetersiz sızdırmazlık & Klima kasalarının birleşim yerlerinden sızıntı (OP40.01), Insufficient sealing in joint of the case & Leakage from case's splitlines, (OP40.01).

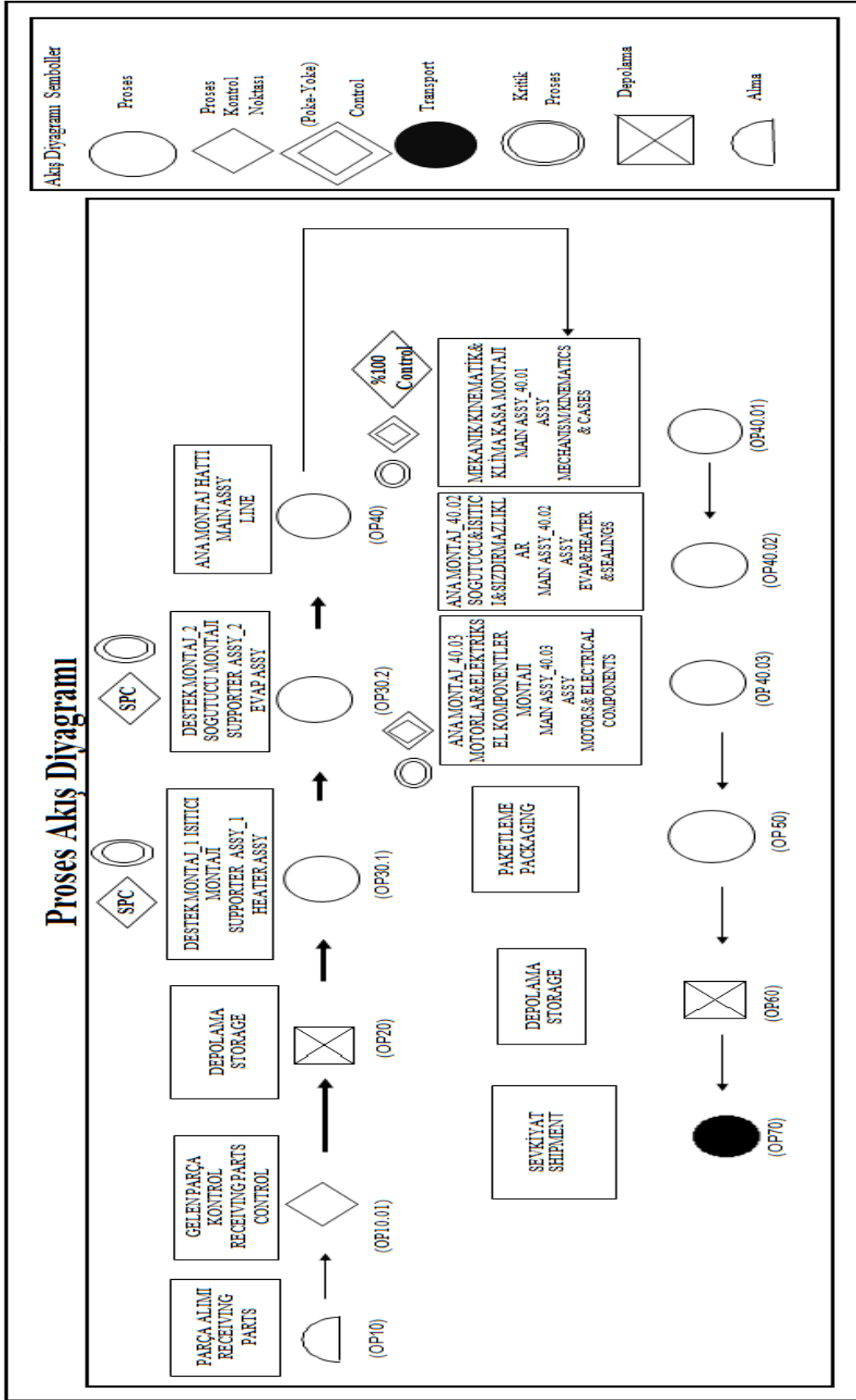
7) Klima kasalarının birleşim yerlerinden sızıntı & yetersiz / yanlış cıvata torklaması, (OP40.01), Leakage from case's splitlines & Fastener torque is Insufficient/incorrect, (OP40.01).

8) Bağlantı adetinin eksik olması & Klima kasalarının birleşim yerlerinden sızıntı, (OP40.01). Inadequate quantity of fixings & Leakage from case's splitlines, (OP40.01).

Yukarıdaki kalite evi ile tespit edilen kritik parça karakteristikleri, APQP Ekibi tarafından Şekil 5.4'deki proses akış şemasında yer alan proses adımlarında gösterilerek Şekil 5.5'deki gibi proses kontrol noktaları yerleştirilmiştir. Böylelikle APQP sürecinin çıktısı olan kontrol planının girdileri oluşturulmuştur.



Şekil 5.4. Çalışma öncesi proses akış diyagramı



Şekil 5.5. Çalışma sonrası proses akış diyagramı

Proses akışında parçanın kritik karakteristikleri garanti altına alınıp müşteri beklentilerinin karşılanabilmesi için aşağıdaki kontrol metodolojileri kontrol planında ve operatör iş talimatlarında tanımlanır.

- 1) Kritik parça karakteristikleri baz alınarak kritik prosesler belirlenir ve operatör düzeyine indirgenir.
- 2) Kalite kontrol teknikleri belirlenir; %100 kontrol, istatistiksel proses kontrol hangi noktalarda yapılması gerektiği tespit edilir ve operatör seviyesine indirgenir.
- 3) Kalite kontrol yöntemleri ve ekipmanları; POKE-YOKE, kontrol aparatı, test ekipmanları, görsel kontroller, elle kontroller, sesli kontroller veya ölçüsel kontroller oluşturulur.

Yukarıdaki kararlar, projenin ekipman, maliyet (ekipman, operatör, proses maliyetleri) kalemini oluşturduğu için APQP ekibi tarafından proje bütçesine dahil edilir. Çalışma sonucunda; ekip tarafından aşağıdaki kontrol ekipmanlarının alınmasına karar verilmiştir:

OP 40.01 & OP 40.03 için 2 farklı POKE YOKE sistemi:

- POKE YOKE\_1 ile mekanik ve kinematiklerin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir.
- POKE YOKE\_2 ile elektriksel komponentlerin & motorların doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir.

OP30.1/ OP30.2 için 2 kontrol aparatı:

- Kontrol Aparatı\_1 ısıtıcı grubunun (Heater Assy) doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edecektir.
- Kontrol Aparatı\_2 soğutucu grubunun (Evaporator Assy) doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edecektir.

OP40.01 için 1 sesli kontrol: Sesli kontrol, tork değerlerinin spesifikasyonlar arasında olup olmadığını kontrol edecektir. Böylece klima kasaları arasındaki mesafe %100 kontrol edilerek su ve hava sızıntıları kontrol edilecektir.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzün globalleşen piyasasıyla birlikte artan rekabet ortamında firmalar hem faaliyetlerini devam ettirmeye hem de kendilerini geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu rekabetçi piyasada faaliyet gösteren otomotiv yan sanayilerin, müşterinin sürekli artan ihtiyaçlarına ve taleplerine azalan üretim maliyetleri ile zamanında cevap vermeleri gerekmektedir. Bu yüzden otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren firmalar, ürün geliştirme çalışmalarında sistematik bir şekilde ilerlemelerini sağlayan müşterinin talep ve isteklerine, doğru ve zamanında cevap vermelerini sağlayan İleri Ürün Kalite Planlaması (APQP) sistematüğını kullanmaktadırlar.

Otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren firmaların müşteriye tatmin edici memnuniyeti sağlayabilmeleri için öncelikle müşterinin ne istediğini (VOC) iyi tanımlamalı ve bu beklentileri nasıl karşılayacağını iyi bilmelidir. Bu amaçla APQP sürecinde QFD metodolojisi kullanılarak müşterinin sesi ile firmanın sesi uyumlaştırılmaya çalışılır.

Bu çalışma OEM'lere araç klima sistemleri üreten ve ISO 16949 uygulayan bir otomotiv yan sanayisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, öncelikle APQP proje ekibi tarafından müşterinin sesinin anlaşılması için periyodik toplantılar düzenlenmiştir ve müşteri beklenti ve gereklilikleri tanımlanmıştır. Tanımlanan bu gerekliliklerin önceliklendirilmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi, müşterinin en önemli gerekliliğini belirlerken müşteri gereklilikleri arasında da sıralama yapar. Böylece müşterinin kritik karakteristikleri prosese aktarılmış olur. Müşteri gerekliliklerinin sınıflanması ve derecelendirilmesinden sonra kalite fonksiyon göçerimi (QFD) metodu kullanılarak müşteri gereklilikleri parça karakteristikleri ile ilişkilendirilip kalite evi oluşturulmuştur. Böylelikle müşteri gereklilikleri teknik data'lara dönüştürülerek bu gerekliliklerin üretim sürecine işlenmesi ve birincil öncelik olarak karşılanması sağlanmıştır.

Çalışmanın sonucunda firma, ana sanayinin klima sisteminden beklentilerini aşağıdaki listede önceliklendirmiştir:

Tablo 6.1. Müşteri beklentilerinin önceliklendirilmesi

Müşteri Gerekliliği	Öncelik Sırası
Klima araç içinde hava akışını sağlamalı; hava üflemeli.	25
Klima araç içinde hava dağıtımını sağlamalı; her pozisyonda; yüze, ayağa, pencereye.	8
Klima araçtaki havayı ısıtmalı .	8
Klima araçtaki havayı soğutmalı.	8
Klima araç içindeki nemi dengelemeli.	3
Klimadan ısılık şeklinde ses gelmemeli.	1
Klimadan gıcırtı & takırtı şeklinde ses gelmemeli.	3
Klima su akıtmamalı.	8
Klima elektrikselsel işlevini yerine getirmeli.	33
Klima araca kolay montajlanmalı	5

Müşterinin önceliklendirdiği gerekliliklerin prosese aktarılması için kalite evinde parça karakteristikleri ile ilişkilendirilmiştir. Böylelikle; firma müşteri gerekliliklerini parça karakteristiği ve proses adımları ile ilişkilendirerek OP30.1 , OP30.2, OP40.01 ve OP40.03 operasyonlarını kritik operasyonlar olarak belirlemiştir. Firma belirlenen bu kritik prosesleri garanti altına almak için elektrikselsel & mekanikselsel POKE YOKE'ler, kontrol aparatları, sesli kontrol aparatları gibi özel kontrol ekipmanlarının alımını proje bütçesine katmıştır. Bunun yanı sıra firma projede kalite kontrol tekniğinin (İstatistiksel Proses Kontrol, %100 Kontrol) hangi operasyonlarda uygulanacağını tespit ederek APQP sürecinin çıktısı olan kontrol planını da oluşturmuş, kritik parça karakteristiklerini operatör seviyesine indirgeyerek kalitenin yayılımını sağlamıştır.

Bu çalışma, projenin ömrü boyunca müşteriden gelecek olan geri bildirimlere göre revize edilerek düzeltici faaliyetlerle sürekli gelişmeyi özendirilen bir yaklaşım sunmuş ve APQP sürecinde firmaya karar verme (ekipman, cihaz, kontrol sistemleri, işçilik vs.) olanağı sağlamıştır.

Bu çalışma, APQP sürecinde müşteri beklenti ve gerekliliklerinin iyi bir şekilde anlaşılması ve mühendislik diline çevrilmesi açısından hem firma için hem de otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren diğer firmalar için sistematik, kolay uygulanabilir bir yaklaşım sunmuştur.

## KAYNAKLAR

Akao Y., *Quality Function Deployment Integrating Customer Requirements into Product Design*, 1st ed., Productivity Press, Massachusetts, 1990.

Badri M., A Combined AHP-GP Model for Quality Control Systems, *International Journal of Production Economics*, DOI:10.1016/S0925-5273(00)00077-3.

Cheng C. C., Application of Quality Function Deployment in the Semiconductor Industry: A Case Study, *Computers & Industrial Engineering*, DOI:10.1016/J.CIE.2010.01.011.

Dae-Ho B., The AHP Approach for Selecting an Automobile Purchase Model, *Information & Management*, DOI:10.1016/S0378-7206(00)00071-9.

Dağdeviren M., Akay D., Kurt M., İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 2004, **19**(2), 131-138.

Dey S., Kumar A., Ray A., Pradhan B. B., Supplier Selection: Integrated Theory Using Dematel and Quality Function Deployment Methodology, *Procedia Engineering*, 2012, **38**(11), 2111 – 2116.

Ginn D., Zairi M., Best Practice, QFD Application: An Internal/External Benchmarking Approach Based On Ford Motors' Experience, *International Journal of Quality&Reliability Management*, DOI:10.1108/02656710510572986.

Guinta L. R., Praizler N. C., *The QFD Book, The Team Approach to Solving Problems and Satisfying Customers Through Quality Function Deployment*, 2nd ed., Amacom, New York, 1993.

Gün Ö., ISO/TS 16949 Teknik Spesifikasyonunun İncelenmesi ve Otomotiv Yan Sanayinde Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2005, 214100.

Ho W., He T., Lee C. K. M., Emrouznejad A., Strategic Logistics Outsourcing: An Integrated QFD and Fuzzy AHP Approach, *Expert Systems with Applications*, 2012, **39**(12), 10841–10850.

Hui S. S., Wen-Kai K. H., An Assessment of Service Quality for International Distribution Centers in Taiwan – a QFD Approach with Fuzzy AHP, *Maritime Policy & Management*, DOI: 10.1080/03088839.2015.1134829.

ISO 16355-1:2015; Application of Statistical and Related Methods to New Technology and Product Development Process: Part 1: General Principle and Perspective of QFD Method, *International Organization for Standardization*, Switzerland, 2014.

İkiz Hasan Erdem, Doğu Eralp, Keskin Ahmet Özhan, Otomotiv Sektörü Müşteri Özel Şartlarının APQP Süreci Adımlarına Göçerimi Üzerine Bir Çalışma, *İşletme Dergisi*, 2008, **9**(1), 47-60.

Karsak E. E., Fuzzy Multiple Objective Programming Framework to Prioritize Design Requirements in Quality Function Deployment, *Computers & Industrial Engineering*, 2004, **47**(2), 149-163.

Kumar D. P., Bhattacharya A., Ho W., Strategic Supplier Performance Evaluation: A Case-Based Action Research of a UK Manufacturing Organisation, *International Journal Of Production Economics*, DOI:10.1016/j.ijpe.2014.09.021.

Küçük O., *Kalite Kontrol ve Kalite Güvence Sistemleri*, 4. Baskı, Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 2010.

Larry M. Shillito, *Advanced QFD, Linking Technology to Market and Company Needs*, Wiley Inter Science, New York, 1994, s.2.

Lowe A., QFD in New Production Technology Evaluation, *International Journal of Production Economics*, DOI:10.1016/S0925-5273(99)00125-5.

Mayyas A., Using Quality Function Deployment and Analytical Hierarchy Process for Material Selection of Body-In-White, *Materials & Design*, DOI:10.1016/j.matdes.2011.01.001.

Nepal B., Yadav O. P., Alper M., A Fuzzy-AHP Approach to Prioritization of CS Attributes in Target Planning for Automotive Product Development, *Elsevier*, DOI:10.1016/j.eswa.2010.03.048.

Pramanik D., Haldar A., Mondal S. C., Naskar S. K., Ray A., Resilient Supplier Selection Using AHP-TOPSIS-QFD Under a Fuzzy Environment, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, DOI: 10.1080/17509653.2015.1101719.

Ross P., The Role of Taguchi Methods and Design of Experiment in QFD, *Quality Progress*, 1988, **21**(6), 118.

Saaty T., How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operation Research*, 1990, **48**(1), 9–26.

Simsek M., *Kalite Yönetimi*, 2. Baskı, Alfa Basım Yayın, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1998.

Şahin Y., Analitik Hiyerarşi Süreci ile Bir Basketbol Uygulaması, Bölüm Projesi, Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 2013.

Temeloğlu M. H., Müşteri Beklentilerine Odaklı Ürün ve Hizmet Tasarımının Geliştirilmesine Yönelik Bir Sistem Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008, 176963.

URL-1: <http://www.belgelendirme.com.tr/belgelendirme-standartlari/iso-16949-standart/212-iso-16949-temel-prensip-leri-nedir>, (Ziyaret Tarihi: 7 Mayıs 2016 ).

URL-2: <http://www.sistempatent.com/belgelendirme/sistem-belgelendirme/iso-16949/iso-ts-16949-sisteminin-yararlari.aspx>, (Ziyaret Tarihi: 8 Mayıs 2016).

URL-3: Erdemir K. O., Etika Kurumsal Yönetim ve Kalite Danışmanlığı, <http://www.etikadanismanlik.com/kky5.htm>, (Ziyaret Tarihi: 7 Mayıs 2016).

URL-4: Mumcu M., Gelişim Yönetim Sistemleri, <http://gelisim.org/makaleler/Ileri-Urun-Kalite-Planlamasi>, (Ziyaret Tarihi: 8 Mayıs 2016).

URL-5: Wixson J., Designing for Quality Presentation, <http://slideplayer.com/slide/4911540/> 2008; (Ziyaret Tarihi: 23 Nisan 2016).

Ünal Ö. F., Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yetkinlik Bazlı İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçimi, *Atatürk Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2014, **28**(4), 55-78.

Yenginol F., Yeni Ürün Gelistirmede Müsteri İstek ve İhtiyaçlarını Teknik Karakteristiklere Dönüştürmeyi Sağlayan Bir Yöntem: Kalite Fonksiyon Göçerimi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2000, 99664.

Yılmaz H., Ürün Tasarımında Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemleriyle Ürün Optimizasyonu: Seramik Lavabo Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2009, 251084.

Youssef M., Boyd A. J., Williams E., The Impact of Total Quality Management on Firms Responsiveness: An Empirical Analysis, *Total Quality Management*, DOI:10.1080/09544129650035098.

## KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

Özcan B., Yulugkural Y., **Aras Ö.**, Determining Customer Requirements for Advanced Product Quality Planning (APQP) in Automotive Sector, *International 26th Euro/Informs Conference*, Roma, Italy, 1-4 July 2013.

Özcan B., **Aras Ö.**, Cost of Poor Quality in Energy Sector, *International Conference on Commerce & Finance*, Istanbul, Turkey, 26-27 May 2016.



## ÖZGEÇMİŞ

1982’de Iğdır’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini doğduğu şehirde tamamladı. 2000 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden 2005 yılında mezun oldu. 2010 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde Yüksek Lisans eğitime başladı. TI Otomotiv’de Kalite Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

