

79136

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Prof. Yaşar B. Cengiz

Cengiz

Prof. Dr. İsmet S. Barutçugil

Barutçugil

Prof. Dr. Murat Dincmen

M. Dincmen

**DİZAYN KALİTESİNİN SAĞLANMASINDA
KULLANILAN EŞ ZAMANLI MÜHENDİSLİK VE
KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI YAKLAŞIMLARI**

Endüstri Yük. Müh. Adile Yeşim YAYLA

**F.B.E. Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi : 26 Ekim 1998
Tez Danışmanı : Prof. Yaşar Baki CENGİZ (YTÜ)
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. İsmet Sabit BARUTÇUGİL (İ.Ü.)
: Prof. Dr. Murat DİNÇMEN (İ.T.Ü.)

79136

İSTANBUL, 1998

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KALİTE KONUSUNDAKİ TEMEL KAVRAMLAR.....	4
2.1. Kalite Kavramının Tanımlanması.....	4
2.2. Kalite Kontrol Kavramının Tanımlanması.....	7
2.3. Kalite Kontrolün Tarihsel Gelişimi	8
2.4. Modern Kalite Kontrol Sistemi	11
2.5. Kaliteyi Oluşturan Temel Unsurlar	12
2.6. Dizayn Prosesi	14
2.7. Ürün Geliştirme Prosesi ve Bir Ürünün Yaşam Çevrimi.....	16
2.8. Mühendislik Dizaynında Kalite.....	22
3. EŞ ZAMANLI MÜHENDİSLİK (CE).....	25
3.1. Eş Zamanlı Mühendislik Kavramının Tanımlanması.....	25
3.2. Eş Zamanlı Mühendisliğin Tarihçesi.....	26
3.3. Seri Mühendislik ve Eş Zamanlı Mühendislik Kavramlarının Karşılaştırılması	27
3.4. Ürün ve Proses Dizaynında Toplam Kalite Yönetimi ve Eş Zamanlı Mühendislik Yaklaşımı.....	31
3.5. Eş Zamanlı Mühendislik Metodolojisi'nin Uygulanmasını Gerektiren Nedenler ...	35
3.6. Eş Zamanlı Mühendislik Ortamının Boyutları	40
3.7. Eş Zamanlı Mühendisliği Başlatma (Uygulama) Adımları	42
3.8. Eş Zamanlı Mühendisliğin Uygulanmasında Karşılaşılan Engeller	45
3.9. Eş Zamanlı Mühendislik Metodolojisini Başarılı Kılan Faktörler	47

3.10.	Eş Zamanlı Mühendislik Metodolojisini Başarısız Kılan Faktörler	48
3.11.	Eş Zamanlı Mühendisliği Uygulayan Şirketlerin Temel Karakteristikleri	48
3.12.	Eş Zamanlı Mühendisliğin Sağladığı Faydalar.....	49
3.13.	Eş Zamanlı Mühendisliği Destekleyen Teknolojiler.....	52
3.14.	Eş Zamanlı Mühendisliğin Temel Unsurları	55
3.14.1.	Çapraz fonksiyonel ekipler	56
3.14.2.	Eş zamanlı ürün geliştirme prosesi faaliyetleri.....	60
3.14.3.	Bütünleşik proje yönetimi	60
3.14.4.	Tedarikçilerin erken ve sürekli olarak çapraz fonksiyonel ekibe dahil edilmesi	61
3.14.5.	Müşterilere erken ve sürekli olarak odaklanma	62
3.14.6.	Çoğalan bilginin paylaşımı ve kullanımı.....	62
3.15.	Eş Zamanlı Mühendisliğin Yönetim Prensipleri	62
3.16.	Gelecekte Eş Zamanlı Mühendislik	65
4.	KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI - (QFD)	69
4.1.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Tanımı.....	69
4.2.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Tarihçesi.....	71
4.3.	QFD Metodolojisinin Uygulanmasını Gerektiren Nedenler	72
4.3.1.	Müşteri odaklı kalite ihtiyacının ortaya çıkması.....	72
4.3.2.	Dizaynda karşılaşılan zorluklar	73
4.3.3.	Ürün ve proses geliştirmede istatistiksel proses kontrolün yetersizliği.....	75
4.4.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Yapısı.....	76
4.5.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Elemanları.....	77
4.5.1.	Çapraz fonksiyonel ekipler	77
4.5.2.	Kalite evi	78
4.5.2.1.	Dış müşteriler için kalite evi	78
4.5.2.2.	İç müşteriler için kalite evi	86
4.6.	Bir Kalite Fonksiyonu Açınımı Ekibi'ni Geliştirmek İçin Destekler.....	88
4.7.	Kalite Fonksiyonu Açınımı Konusundaki Yaklaşımlar	89
4.7.1.	Dört aşama yaklaşımı (Makabe metodu).....	90
4.7.2.	Matrislerin matrisi yaklaşımı.....	92
4.8.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Uygulama Adımları.....	92

4.9.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Sağladığı Faydalar	97
4.10.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Sınırlamaları ve Uygulama Zorlukları.....	100
4.11.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Uygulanmasını ve Başarısını Etkileyen Faktörler	101
4.12.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nı Destekleyici Araçlar, Yetenekler ve Sistemler	103
4.13.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Diğer Kalite Sistemlerinden Farklı Olan Yönleri	104
4.14.	Ürün Geliştirme Prosesinde Kullanılan Yöntemler	105
4.14.1.	Geleneksel yöntemle dayalı ürün geliştirme prosesi.....	105
4.14.2.	Kalite fonksiyonu açınımına dayalı ürün geliştirme prosesi.....	106
4.14.3.	Ürün geliştirme prosesinde kalite fonksiyonu açınımı ile geleneksel yöntemlerin kıyaslanması.....	108
4.15.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Uygulama Alanları	109
4.16.	Eş Zamanlı Ürün / Proses Geliştirmede Kalite Fonksiyonu Açınımı.....	113
4.17.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nı Uygulayan Şirketlere Örnekler	114
5.	EŞ ZAMANLI MÜHENDİSLİK VE KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN TEKNİKLER.....	116
5.1.	Veri Toplama Teknikleri.....	116
5.1.1.	Dinleme stratejisi oluşturma	117
5.1.2.	Bilgilerin toplanması, organize edilmesi ve gösterilmesi.....	124
5.1.3.	Dinamik puan kartları oluşturma	129
5.1.4.	Müşteri sesi ile ekibi ve bireysel davranışları yönlendirme	130
5.2.	Veri Toplama İçin Sistematiik Planlama	132
5.3.	Eş Zamanlı Mühendislik ve Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmalarında Kullanılan Diğer Teknikler	135
5.3.1.	Değer analizi.....	135
5.3.2.	Deney dizaynı	136
5.3.3.	Taguchi metodu.....	136
5.3.4.	Hata modu etki analizi (FMEA)	137
5.3.5.	Üretilbilirlik için dizayn (DFM) ve montaj için dizayn (DFA).....	138
5.3.6.	İstatistiksel proses kontrol (SPC).....	139
5.3.7.	Yedi yeni planlama aracı	139

6.	KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI'NIN LASTİK ÜRETİM TEKNOLOJİSİNE UYGULANMASI.....	142
6.1.	Giriş	142
6.2.	Lastiğin apısı.....	143
6.2.1.	Diagonal lastikler	145
6.2.2.	Radyal lastikler	146
6.2.3.	Yarı radyal lastikler.....	147
6.3.	Lastik Üretimi.....	148
6.4.	Lastik Üretim Teknolojisindeki Gelişmeler	150
6.5.	Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Lastik Üretim Teknolojisine Uygulanması	153
6.5.1.	BRİSA A.Ş.'de QFD çalışmaları.....	153
6.5.2.	Çapraz lastiklerde karşılaşılan "sırt atması" probleminin, QFD metodolojisi kullanılarak analizi	155
6.5.3.	QFD metodolojisinin uygulanmasının BRİSA A.Ş.'ye sağladığı faydalar	166
7.	KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI'NIN TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN DİĞER ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDEKİ UYGULAMALARINA ÖRNEKLER.....	168
7.1.	Arçelik A.Ş.'de Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmaları.....	168
7.2.	Eczacıbaşı-Kaynak Tekniği A.Ş.'de Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmaları	169
7.2.	Beko A.Ş.'de Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmaları	171
8.	SONUÇ	172
	KAYNAKLAR.....	177
	ÖZGEÇMİŞ	185

KISALTMA LİSTESİ

ANSI	American National Standards Institute
ASI	American Supplier Institute
ASQC	American Society of Quality Control
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CE	Concurrent Engineering
CII	Construction Industry Institute
CP/PD	Concurrent Product/Process Development
CPI	Continuous Process Improvement
CWQC	Company Wide Quality Control)
DARPA	Defence Advanced Research Project Agency
DFA	Design for Assembly
DFE	Design for Environment
DFMA	Design for Manufacturing and Assembly
DFP	Design for Producibility
DFPR	Design for Product Retirement
DFS	Design for Serviceability
DOE	Design of Experiment
DQO	Data Quality Objectives
EM	Eş zamanlı Mühendislik
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis
IDA	Institute of Defence Analysis
IPD	Integrated Product Development
IPM	Integrated Project Management
JIT	Just in Time
KK	Kalite Kontrol
LCA	Life Cycle Assessment
MA	Müşteri Atıfları
MK	Mühendislik veya Servis Karakteristikleri
QFD	Quality Function Deployment
SPC	Statistical Process Control
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TQC	Total Quality Control
TQM	Total Quality Management

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kalite kontrolün tarihsel gelişimi.....	10
Şekil 2.2. En uygun dizayn düzeyinin saptanması	13
Şekil 2.3. Uygunluk kalitesini etkileyen maliyet unsurları ve optimum uygunluk derecesinin saptanması	14
Şekil 2.4. Bir ürüne ait ürün geliştirme prosesi ve ürün yaşam çevriminin aşamaları	17
Şekil 2.5. Ürün geliştirmede değişik aşamalarda yapılan yeniden dizaynın maliyetlere etkisi	20
Şekil 2.6. Uzun planlama-kısa uygulama ile kısa planlama-uzun uygulama arasındaki kıyaslama	21
Şekil 2.7. Kalite planları arasındaki maliyet farkları.....	22
Şekil 2.8. Ürün yaşam çevrim metodolojileri, ürün yaşam çevrimi ve dizayn çevrimi....	24
Şekil 3.1. Seri mühendislik.....	28
Şekil 3.2. Eş zamanlı mühendislik	28
Şekil 3.3. Ürün ve proses geliştirmede geleneksel yaklaşım.....	29
Şekil 3.4. Eş zamanlı mühendislik yuvarlak masası	30
Şekil 3.5. a) Seri mühendislik, b) Eş zamanlı mühendislik.....	30
Şekil 3.6. Kaliteyi oluşturan aşamalar	32
Şekil 3.7. Ürünün tüm yaşam çevrimini kapsayan tipik bir kalite döngüsü.....	33
Şekil 3.8. Toplam kalite yönetimi ve ürün - proses dizaynının eş zamanlı mühendislik prosesi.....	34
Şekil 3.9. Tüketici tatmini ile sunulan kalite fonksiyonu arasındaki ilişki - Kano yaklaşımı	36
Şekil 3.10. Eş zamanlı mühendisliği başlatma adımları.....	44
Şekil 3.11. Eş zamanlı mühendisliğin zaman avantajı.....	50
Şekil 3.12. Eş zamanlı mühendisliği destekleyen diğer teknolojiler.....	53
Şekil 3.13. Eş zamanlı mühendisliğin temel unsurları.....	55
Şekil 3.14. Çapraz fonksiyonel ekiplerin oluşumu	59
Şekil 3.15. Eş zamanlı mühendisliğin başarılı bir şekilde yönetilebilmesi için önemli yapı taşları	64
Şekil 3.16. Gelecekte eş zamanlı mühendislik.....	67
Şekil 3.17. Eş zamanlı mühendisliğin uygulanma amaçları	68
Şekil 4.1. Kalite fonksiyonu açılımı ve toplam müşteri tatmini	70

Şekil 4.2. Toyota otomobil gövdesinin QFD öncesi ve sonrası ön üretim ve üretim maliyetleri	74
Şekil 4.3. QFD metodolojisini kullanan bir Japon otomobil üreticisi ile bu metodolojiyi kullanmayan ABD üreticisinin üründe yaptıkları dizayn değişikliklerinin zamana bağlı olarak değişimi.....	74
Şekil 4.4. QFD'nin üç bileşeni: Bir sistemler modeli.....	77
Şekil 4.5. Kalite evini oluşturan kısımlar	79
Şekil 4.6. Kalite evi.....	85
Şekil 4.7a. QFD matrislerinin 4 aşamalı uygulaması	91
Şekil 4.7b. Dört kalite evi	91
Şekil 4.8. QFD, TQM, JIT ve TQC'nin aralarındaki ilişkiler ve proje aşamaları.....	104
Şekil 4.9. Ürün geliştirme prosesi. (a) Geleneksel ürün geliştirme prosesi (b) QFD'ye dayalı ürün geliştirme prosesi.....	107
Şekil 5.1. Hewlett-Packard 'ın müşteri dinleme sistemi	119
Şekil 5.2. Kullanıcı öncelik matrisi	125
Şekil 5.3. Müşterinin, performans değerlendirmesi ile ürün veya servisi yeniden satın alma isteği arasındaki ilişki.....	126
Şekil 5.4. Pareto diyagramı	127
Şekil 5.5. Histogram	128
Şekil 5.6. Dağılım diyagramları.....	128
Şekil 5.7. Sonuç diyagramları	129
Şekil 5.8. Dinamik puan kartları.....	130
Şekil 5.9. Kalite ve verimlilik iyileştirmeleri için yedi yeni planlama aracı.....	140
Şekil 6.1. Lastiğin ana kısımları.....	144
Şekil 6.2. Lastiği oluşturan dokunun yapısı.....	144
Şekil 6.3. (a) Radyal ve (b) Diyagonal lastiklerde zenit açısı	145
Şekil 6.4. Fonksiyonel tekerlek dizaynı.....	145
Şekil 6.5. Diyagonal bir lastiğin kesit görünümü.....	146
Şekil 6.6. Radyal bir lastiğin kesit görünümü.....	147
Şekil 6.7. Yarı radyal bir lastiğin kesit görünümü	147
Şekil 6.8. Lastik oluşumu proses şeması	149
Şekil 6.9. Lastik dizayn prosedürü.....	151
Şekil 6.10. Yeni hafif ve çelik tellerden arındırılmış lastiğin konvansiyonel lastik ile kıyaslanması	151
Şekil 6.11. Otoyol teknolojisindeki gelişmeler ve bunun lastik performansına etkisi	152

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Eş zamanlı mühendislik uygulamasından sağlanan kazançlar	52
Tablo 4.1. Farklı değişikliklerin kaynağına karşı önleyici faaliyetlerin oluşturulabileceği ürün geliştirme aşamaları	75
Tablo 5.1. Müşteri sesini tespit etmek için kullanılan araçlar	121
Tablo 5.2. Kontrol çizelgesi	126
Tablo 6.1. Çapraz lastiklerde müşteri parametreleri	156
Tablo 6.2. Çapraz lastiklerde müşteri parametrelerinin önem sırası.....	157
Tablo 6.3. Rakiplerin müşteri gözündeki imajı.....	158
Tablo 6.4. Müşteri parametreleri doğrultusunda ürüne yönelik tasarım karakteristikleri	159
Tablo 6.5. Müşteri parametreleri ile tasarım karakteristikleri arasındaki ilişki.....	160
Tablo 6.6. Tasarım karakteristiklerinin birbirleri ile olan çapraz ilişkileri	161
Tablo 6.7. Rakip karşılaştırma bilgileri.....	162
Tablo 6.8. BRİSA'da tasarım değerlendirme.....	163
Tablo 6.9. Tasarım gereksinimleri doğrultusunda bileşen hazırlama	164
Tablo 6.10. Bileşen gereksinimleri doğrultusunda proses hazırlama	165
Tablo 6.11. Proses gereksinimleri doğrultusunda üretim planlama	166

ÖNSÖZ

Ülkelerin politik, ekonomik, sosyal ve kültürel yapılarında meydana gelen değişiklikler ve teknolojik alandaki yenilikler, işletmeler arasındaki rekabet şartlarında da önemli farklılıklar meydana getirmektedir. İşletmelerin değişen şartlara rağmen yaşamlarını sürdürebilmeleri için yönetim modellerini ve ürün geliştirme metotlarını gözden geçirmeleri gerekmektedir.

Özellikle uluslararası pazarlarda rekabetin inanılmaz boyutlara ulaştığı günümüzde, müşterilerin ihtiyaçlarını, isteklerini ve beklentilerini karşılayan ürünleri pazarlara en kısa sürede sunabilen işletmeler, oldukça belirgin bir rekabet avantajına sahip olacaklardır. Bu tür bir rekabet ortamında başarılı olabilen şirketler, toplam kalite yönetimini benimsemekte ve kalitenin "tasarım" boyutuna büyük önem vermektedirler. Tasarım kalitesinin sağlanması konusunda günümüzde yaygın olarak kullanılan yaklaşımlardan ikisi Eş Zamanlı Mühendislik ve Kalite Fonksiyonu Açınımı'dır.

Bu çalışmada, bu iki yaklaşım hakkında detaylı bilgi verilmiş ve BRİSA A.Ş.'de yapılan bir uygulama sunulmuştur. Bu uygulamada, BRİSA A.Ş.'nin ürün geliştirme çalışmaları incelenmiş ve Kalite Fonksiyonu Açınımı metodolojisi kullanılarak, lastiğin kalitesini ve performansını etkileyen problemlerden birisi olan "sırt atması" problemi analiz edilmiştir.

Doktora tezimin konusunun belirlenmesinde ve tezin hazırlanmasının her aşamasında bilgisini ve desteğini esirgemeyen ve çalışmayı titizlikle yönlendiren değerli hocam Prof. Yaşar Baki CENGİZ'e burada teşekkürü zevkli bir görev olarak kabul ederim.

Tüm çalışmalarımda sürekli destek ve anlayış gösteren eşim Doç.Dr. Paşa YAYLA'ya, bana güç kaynağı olan kızım Meltem'e ve aileme çok şey borçlu olduğumu belirtmek isterim.

Ayrıca, BRİSA A.Ş.'de araştırma ve uygulama yapmama imkan sağlayan Teknoloji Müdürü Tunca DİNGİLOĞLU'na, konu ile ilgili bilgi ve dökümanları temin etmem konusunda yardımcı olan Ürün Geliştirme Müdürü Ertuğrul YILMAZ'a ve Ürün Geliştirme Departmanı'ndaki diğer çalışanlara da bu vesile ile teşekkür etmek isterim.

ÖZET

Günümüzde endüstriyel yeniliklerin hızlı bir gelişme sergilemesi, Dünya pazarlarına yeni sanayileşmekte olan ülkelerin hızla katılması, tüketicilerin bilinçlenmesi, çevreye duyulan hassasiyetin artması ve kıt kaynakların daha verimli olarak kullanılma ihtiyacı, uluslararası rekabetin şiddetlenmesine neden olmuştur. Rekabet koşullarında meydana gelen bu değişme firmaları, yönetim modellerini gözden geçirmek ve ürün geliştirme metotlarını değiştirmek için zorlamaktadır. Bu nedenle şirketler her geçen gün yeni yaklaşımlar denemekte ve başarılı bulunanlar uygulamaya konulmaktadır. Bu konuda günümüzde yaygın olarak kullanılan yaklaşımlardan ikisi, Eş Zamanlı Mühendislik (Concurrent Engineering-CE) ve Kalite Fonksiyonu Açınımı'dır (Quality Function Deployment-QFD).

Pazar veya müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak yüksek kaliteli, düşük maliyetli ürünlerin dizaynı, üretimi, geliştirilmesi ve dağıtılması için uygulanabilecek metodolojilerden birisi Eş Zamanlı Mühendislik'tir. Bu metot firmanın kaynaklarını ve onun dizayn, geliştirme, üretim, pazarlama, satış ve servislerdeki tecrübesini, temel fonksiyonel organizasyonların temsilcilerinden oluşan çapraz fonksiyonel ekipler aracılığı ile, dizayn çevriminde mümkün olduğunca erken bir araya getirerek başarılı yeni ürünler yaratmak için uğraşır.

Kalite Fonksiyonu Açınımı bir ürün veya servisin yaşam çevrimi boyunca, müşterilerin ihtiyaçlarının ve beklentilerinin karşılanmasını sağlayan bir metodolojidir. Bu yaklaşım bir taraftan maliyetleri azaltırken, diğer taraftan da müşteri tatminini ve ürün karakteristiklerini sağlamak amacıyla, "kalite evi" olarak adlandırılan dört farklı matris yardımı ile müşterinin sesinin teknik karakteristiklere, teknik karakteristiklerin parça karakteristiklerine, parça karakteristiklerinin üretim proses karakteristiklerine ve son olarak ta üretim proses karakteristiklerinin ürün kontrollerine dönüştürülmesini sağlar.

Bu çalışma Giriş ve Sonuç dahil olmak üzere sekiz bölümden oluşmaktadır. İkinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci bölümde sırası ile "Kalite Konusundaki Temel Kavramlar", "Eş Zamanlı Mühendislik", "Kalite Fonksiyonu Açınımı" ve "Eş Zamanlı Mühendislik ve Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmalarında Kullanılan Teknikler" konularında detaylı bilgi verilmiştir.

Altıncı Bölüm'de, BRİSA A.Ş.'deki QFD çalışmaları incelenmiş, QFD metodolojisinin lastik üretim teknolojisine uygulanması ve firmanın uygulamada karşılaştığı zorluklar ele alınmıştır. Daha sonra, BRİSA A.Ş.'deki QFD uygulamalarına bir örnek teşkil etmesi amacıyla, çapraz lastiklerde genellikle ağır yükleme koşulları sonucunda ortaya çıkan "sırt atması" probleminin QFD metodolojisi kullanılarak analiz edildiği bir çalışma sunulmuş ve QFD metodolojisinin uygulanmasının BRİSA A.Ş.'ye sağladığı faydalar üzerinde durulmuştur.

Yedinci Bölüm'de, QFD uygulamaları konusunda Türkiye'deki işletmelerin hangi aşamada olduklarını tespit etmek amacıyla, farklı sektörlerde faaliyet gösteren çeşitli firmalarda yapılan inceleme sonuçları kısaca aktarılmış ve ülkemizde faaliyet gösteren üç endüstriyel işletmedeki QFD çalışmaları hakkında bilgi verilmiştir.

Son olarak çok basit bir üründen pünomatik lastik gibi çok karmaşık bir ürüne kadar QFD metodolojisinin ürün/proses geliştirme ve/veya ürün iyileştirme faaliyetlerine önemli katkılar sağlayabileceği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dizayn Kalitesi, Eş Zamanlı Mühendislik, Çapraz Fonksiyonel Ekipler, Kalite Fonksiyonu Açınımı, Müşterinin Sesi, Kalite Evi

ABSTRACT

As a result of rapidly growing industrial innovations, the increasing market share of developing countries, increasing consumers' expectations, the rising tension on environmental issues, and the need for a more efficient use of natural resources, the level of competition among industrial establishments gets more and more tough. The changes in these competing conditions force companies to re-evaluate their organisational structures and product development processes. In fact, companies continuously work on new approaches and try to implement the most suitable one. Nowadays, the two most striking and widely used approaches of this kind are Concurrent Engineering (CE) and Quality Function Deployment (QFD).

Concurrent engineering is one of the best methodologies used in design, development, production and marketing of quality products meeting the customers expectations. This method makes it possible to utilise the company's experience and the resources on design development, production and marketing activities via a "cross functional team", formed with people from main functional departments, at the possible earliest stage to create successful new products or services.

Quality function deployment is a methodology utilised to design and manufacture a product or service satisfying the needs and expectations of customers during product life cycle. This methodology not only reduces the cost of product but also provides an effective tool, known as "House of Quality", to translate customer requirements into product requirements. At the second stage, these product requirements are translated into part requirements. The third stage translates the parts' requirements into production process characteristics. At the final stage, these process characteristics are translated into product controls.

This work contains eight chapters. The main topics on quality, concurrent engineering, quality function deployment, and the techniques used in concurrent engineering and quality function deployment activities are outlined in the second, third, fourth and fifth chapter, respectively.

In the sixth chapter, the product development activities at BRISA A.Ş., one of the main pneumatic tyre manufacturer in Turkey, is outlined and the application of QFD into pneumatic tyre technology is studied. One of the most important problem in tyre failure, known as "bead tearing" is investigated by the use of QFD tool. With the principles of "House of Quality" all the parameters affecting the "bead tearing" problem are studied and the interrelation between these parameters are examined in a systematic way. Furthermore, a special attention is paid on the difficulties and benefit of the application of QFD methodology in tyre design and analysis.

In the seventh chapter, regarding the use of QFD methodology in product development process, the present status of the Turkish companies is examined and the results of three companies from different sectors in Turkey applying QFD methodology in their product design activities are summarised.

Finally it is made clear that from very simple product to very complex structure, like pneumatic tyre, QFD methodology is rather an effective tool in both product/process development and product improvement activities.

Key words: Design Quality, Concurrent Engineering, Cross Functional Teams, Quality Function Deployment, Voice of Customer, House of Quality

1. GİRİŞ

20. yüzyılın ilk yarısında sadece üretebilmeyi düşünen işletmeler, aynı yüzyılın ikinci yarısında kaliteli üretimin önemini ve gerekliliğini kavramışlardır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonraki dönemde uluslararası rekabetin boyutlarında meydana gelen değişme, "kalite" gerçeğinin özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için daha fazla belirginleşmesini sağlamıştır.

Teknolojik gelişmenin yaygınlaşmadığı 1960'lı yıllarda rekabet gücünün temel ögesi "üretim üstünlüğü" olmuştur. Geniş pazarlara büyük hacimde üretimle açılabilen şirketler, kitle üretimi ve ölçek ekonomisinin avantajlarından en yüksek oranda faydalanarak rakiplerini geride bırakmışlardır.

1970'li yıllarda üretim faktörlerini diğerlerine göre daha ucuz sağlayan ülkeler, uluslararası pazarlara düşük fiyatlı mallarla girerek yerleşik sanayi devlerinden pay almaya başlamışlardır.

1980'li yıllarda ise rekabette "kalite" boyutu yerini almıştır. Alım gücü yüksek olan, ucuz ve bol ürünlere doyan tüketici kitlelerini cezbeden artık kaliteli ürünler olmuştur. Ancak kaliteli ürünlere talep Batı'dan gelirken, arzın büyük bir kısmı Doğu'dan sağlanmıştır.

1990'lı yıllarda ise rekabette "hız" boyutu gündeme gelmiştir. Pazarlar kaliteli ürünlere ve servislere doyarken, kalitenin ikinci boyutu olan tasarım en önde yerini almış; müşterilerin beğenisini kazanan yeni ve farklı fonksiyonlar içeren ürünleri en hızlı şekilde pazara arz eden firmalar kazanmıştır.

Günümüzde sanayi ve ticaret dünyasını tek bir kelime ile ifade etmek gerekirse, bu kelime "rekabet" olacaktır. Sanayileşmiş ülkelerin giderek artması ve çokuluslu şirketlerin büyümesi ile global rekabet şartları gittikçe ağırlaşmıştır. 2000'li yıllara yaklaşırken endüstri ve ticaretin içinde bulunduğu rekabet koşulları, kuruluşları yönetim modellerini gözden geçirmeye ve ürün geliştirme metotlarını değiştirmeye zorlamıştır. Bu nedenle şirketler sık sık yeni yaklaşımlar denemekte ve başarılı bulduklarını uygulamaya koymaktadır. Bu konuda günümüzde yaygın olarak kullanılan yaklaşımlardan ikisi Eş Zamanlı Mühendislik ve Kalite Fonksiyonu Açılımı'dır.

Eş zamanlı mühendisliğe ait temel kavramlar 1990'lardan sonra su yüzüne çıkmaya başlamıştır. Bu oluşumun esas nedenlerinden ilki, müşterinin ne istediğinin tam olarak anlaşılacak istenmesidir. İkincisi, bir ürünün veya prosesin dizaynını eş zamanlı olarak

tartışmak amacı ile farklı bir çok fonksiyonel elemanın bir araya gelebilmesidir. Üçüncüsü ise, üretilebilirlik için dizayn ve montaj için dizayn metodolojileridir.

Eş zamanlı mühendislik, pazar veya müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak yüksek kaliteli, düşük maliyetli ürünlerin dizaynı, üretimi, geliştirilmesi ve dağıtımı için uygulanabilecek bir metodolojidir. Bu metodoloji, firmanın kaynaklarını ve onun dizayn, geliştirme, üretim, pazarlama, satış ve servislerdeki tecrübesini mümkün olduğunca erken bir araya getirerek, başarılı yeni ürünler üretmek için uğraşır. Bununla birlikte toplam kalite yönetimi araçları ve teknikleri ile bilgisayar destekli mühendislik, dizayn ve üretim gibi modern mühendislik tekniklerinin uygulamasını da içerir.

Eş zamanlı mühendislik metodolojisi yaygınlaşmadan önce, bir anlamda ürün geliştirme çalışmalarında seri mühendislik metodu uygulanmıştır. Eş zamanlı mühendislik, organizasyon fonksiyonlarının sıra ile faaliyet gösterdiği seri mühendislikten, ürün dizaynı aşamasında çok fonksiyonlu ekiplerin faaliyet göstermesine dönüşümdür. Bu metodolojinin temel bileşeni ise grup çalışmasıdır. Pazarlama, mühendislik, üretim, kalite mühendisliği ve tedarik şeklinde sıralanabilen temel fonksiyonel organizasyonların bir grubu, müşterilerin ihtiyaçlarını ve beklentilerini tam olarak karşılayan ürünleri sağlamak için, bir ürünün yaşam çevriminin her aşamasında işbirliği yaparak çalışırlar. Ürün geliştirmede geleneksel yaklaşım ile eş zamanlı mühendislik yaklaşımı arasındaki temel farklılık, eş zamanlı mühendislik prosesinin, erken aşamalarda önemli oranda çaba ve kaynak gerektirmesidir. Ayrıca ürün geliştirme prosesi maliyetleri geleneksel yöntemle kıyasla, eş zamanlı mühendislikte daha düşüktür.

Ürün geliştirme çalışmalarında pazar veya müşteri ihtiyaçlarının, ilgili teknik ihtiyaçlara doğru bir şekilde, dönüştürülmesini sağlayan sistematik bir yöntem olan Kalite Fonksiyonu Açınımı, ilk ortaya çıktığı 1970'li yıllardan itibaren yaygın bir gelişme göstererek bugün uluslararası rekabette pek çok şirketin üzerinde çalıştığı ve kullandığı bir araç haline gelmiştir. Kalite Fonksiyonu Açınımı sayesinde bir ürün geliştirme işleminde, ürün planlamasının başlangıcından, ürünün kullanımı aşamasında gerekli olacak en detaylı talimatlara kadar açık bir yöntem yakalanabilir. Bu metodoloji, bir ürünün oldukça kritik karakteristiklerini tanımlamada, yönetimin kollektif bilgisini kullanmak için yapılaşmış bir yöntem sunar. Düşünce ve sezgileri beyin fırtınası yolu ile yönlendirmek için çapraz fonksiyonel ekipler oluşturulur.

Müşterinin sesi, QFD için bir başlangıç noktasıdır ve bu ses, prosesi yönlendirir. Müşteriyi dinlemek, anlamak ve ne istediğini yorumlamak, QFD'nin arkasındaki mantığın esasını oluşturur. Bu metodoloji, müşterilerin ihtiyaçlarını, beklentilerini ve isteklerini,

tasarımcıların ve geliştirmecilerin ürünü veya servisi ortaya koymak için kullanacakları gereklilikler haline dönüştürür. Dört Aşama Yaklaşımı'na (Macabe Metodu) göre, müşterinin sesini dönüştürmek için dört adet QFD matrisi oluşturulur. Bu matrislerin her biri "kalite evi" olarak adlandırılır. İlk aşamada, QFD metodolojisi kullanılarak müşterinin sesi ürün karakteristiklerine; ikinci aşamada, ürün karakteristikleri parça veya alt sistem karakteristiklerine; üçüncü aşamada, parça karakteristikleri üretim proses karakteristiklerine; son olarak dördüncü aşamada ise, proses karakteristikleri ürün kontrollerine dönüştürülür.

Bir ürün geliştirme prosesi nadir olarak iki ürün için aynıdır. Bu yüzden daha uzun dizayn dönüşümleri, daha fazla ürün problemleri ve daha yüksek maliyet ortaya çıkar. Bu prosesi kısaltmada ve daha rekabetçi ve daha üretilebilir dizaynlar oluşturmada gerekli olan iki temel husus, ürünün daha iyi dizayn edilmesi ve dizayn prosesinin daha iyi dökümanite edilmesidir. Bunlar, QFD metodolojisi sayesinde sağlanabilir. QFD esaslı ürün geliştirme, alışılmış diğer yöntemlere kıyasla daha fazla müşteri tatminini, ürünün daha kısa sürede pazara ulaştırılmasını ve geliştirilmiş ürün performansını ön plana çıkararak önemli rekabetçi avantajlar sağlar.

2. KALİTE KONUSUNDAKİ TEMEL KAVRAMLAR

2.1. Kalite Kavramının Tanımlanması

Kalitenin tanımları, Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (American National Standards Institute - ANSI) ve Amerikan Kalite Kontrol Derneği (American Society of Quality Control - ASQC) tarafından 1978'de standart hale getirilmiştir. Bu tanıma göre kalite, "bir ürün veya servisin, belli ihtiyaçları karşılamak için gerekli olan özellikleri ve karakteristikleri sağlama derecesi" şeklinde ifade edilmiştir. Bu tanımlamaya göre, ürün veya servisin özellikleri ve karakteristikleri kalite ile ilişkilendirilmeli ve bunları ölçmek ve kontrol etmek için bir sistem oluşturulmalıdır. "Belirli ihtiyaçları karşılama yeteneği", müşterilerin ihtiyaçlarını ve beklentilerini tatmin etmek için, ekonomiklik, emniyetlilik, güvenilirlik ve tamir edilebilirlik konuları da dahil olmak üzere bir ürün veya servisin sahip olması gereken özelliklerin tümüdür (Evans ve Lindsay, 1993).

ANSI/ASQC'nin bu kalite tanımı, doğru olmakla birlikte, günümüzde "kalite" konusundaki pek çok görüşü tam olarak yansıtmamaktadır. Garvin (1984), kaliteyi tanımlamak için beş farklı yaklaşım ortaya koymaktadır. Bunlardan ilki, kalitenin mükemmellik veya doğuştan gelen bir üstünlük şeklinde algılanmasıdır. Garvin tarafından bu, *üstün tanımlama* olarak ifade edilmiş ve ANSI/ASQC A3 standardı ile de *bağıl kalite* olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma göre kalite kesin olmalı ve dünyaca kabul edilebilmelidir. Bu, ürünün özelliklerinin ve karakteristiklerinin kıyaslanmasına yeteri kadar bağlı değildir. Örneğin, genellikle yüksek fiyatlı Alman otomobillerinin, diğer üreticilerin ürettikleri daha düşük fiyatlı otomobillerden daha kaliteli olduğu düşünülür. Bu görüş kabul edildiğinde, gerçek kalite doğru olarak tanımlanamayacak, sadece deneyimlerle fark edilebilecektir. Ancak kalite ölçülemediğinden, kıyaslanamadığından veya analiz edilemediğinden bu kullanışlı bir tanımlama değildir.

Garvin'in ikinci kalite tanımlaması olan *ürüne dayalı tanımlamaya* göre kalite, kesin ve ölçülebilir değişkendir ve kalitedeki farklılıklar, ürünün ölçülebilir özelliklerindeki farklılıkları yansıtır. Sonuç olarak genellikle kalite ile maliyetler arasında hatalı bir ilişki kurulmakta, yüksek maliyet yüksek kalite gibi algılanmaktadır.

Üçüncü tanımlama ise, kalitenin bir müşterinin ne istediğinin ve ne için bir ödeme yapmaya istekli olduğunun belirlenmesi ön koşuluna dayanır. Her bir bireyin farklı istekleri ve ihtiyaçları olduğundan, kalite standartları da kişiden kişiye değişir. Bu ise, *kullanıcı esaslı tanımlamayı* ön plana çıkarır. Kalite, "amaçlanan kullanıma uygunluk" veya ürünün amaçlanan fonksiyonunun ne kadarını yerine getirdiği şeklinde tanımlanır. Amaçlanan

kullanıma uygunluğu belirlemek için ürünün amaçlanan kullanımı, kullanım sıklığı, maliyeti, performansı, güvenilirliği ve servis edilebilirliği göz önüne alınmalıdır. Kullanıma uygunluk kavramı, müşteri tatmini ile belirlenir ve yönetim açısından, kalitenin en belirgin tanımlaması haline gelmiştir. 80'lerin sonlarına doğru kalite ile ilgili tamamen farklı bir kavram ortaya çıkmıştır. Kalite, "müşteri beklentilerini karşılama veya aşma" olarak kabul görmüştür. Bu tanıma anlamak için "müşteri" kavramı tanımlanmalıdır. Çoğu çalışan, müşteriye o ürün veya hizmeti en son kullanan kişi olarak algılar. Örneğin bir otomobili satın alan kişiler veya bir otelde kalan misafirler "dış müşterilerdir". Şüphesiz ki, dış müşterilerin ihtiyaçlarının karşılanması bir işletmenin en temel amacıdır. Ancak bir işletmedeki her bir çalışanın, bir de "iç müşterileri" vardır. Bunlar, ürünle ilgili bir sonraki işlemi gerçekleştirecek kişi veya departmanlardır. İç müşterilerin ihtiyaçlarını veya beklentilerini karşılamadaki herhangi bir yetersizlik, düşük kaliteli bir ürünün ortaya çıkmasına sebep olabilir. Müşterilerin kimler olduğunu ve beklentilerinin neler olduğunu anlamak, müşteri tatminini sağlamada son derece önemlidir. Müşteri tatmininin kalite boyutunun algılanması, Japonların başarısında en etkili parametredir. Yapılan bir araştırmada, Japon şirketlerinin %58'inin, Alman şirketlerinin %40'ının ve Amerikan şirketlerinin %22'sinin tamamen müşteri ihtiyaçlarına göre ürün geliştirdiği ortaya konmuştur (Evans ve Lindsay, 1993).

Kalitenin dördüncü tanımı, *üretim esaslı tanımlama*dır. Kalite, ortaya konan ürün veya servisin "spesifikasyonları sağlama derecesi"dir. Spesifikasyonlar, ürün veya servis tasarımcıları tarafından belirlenen hedefler ve toleranslardır. Hedefler, üretim departmanının çaba gösterdiği ideal değerlerdir. Toleranslar ise tasarımcıların kabul ettiği ve üretim departmanının her zaman hedef değerleri sağlamanın imkânsız olması sonucu, hedef değerlerdeki sapma miktarlarıdır.

Son olarak kalite, *değer esaslı tanımlama* ile ifade edilebilir. Burada kalite, maliyet ve fiyat cinsinden ifade edilir. Böylece bir ürünün kalitesi, performansın makul bir maliyetle veya uygunluğun makul bir fiyatla sunulmasıdır.

Kalitenin bu tanımları göz önüne alındığında, kalitenin anlamının, kişinin organizasyon içindeki konumuna (yani o kişi tasarımcı mı, müşteri mi veya dağıtıcı mı) bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Kalitenin algılanması organizasyonun farklı yerlerinde farklı şekilde olabilir. Bu yüzden kalitenin algılanmasında tek bir tanıma yönelmek genellikle birtakım problemlerin oluşmasına sebep olabilir. Kaliteli bir ürün veya servisi ortaya koymak için kalitenin tüm boyutları bir organizasyonda yer almalıdır. Performans, özellikler, güvenilirlik, uygunluk, dayanıklılık, servis edilebilirlik, estetik ve algılanan kalite şeklinde ifade edilebilen bu boyutlar kısaca şu şekilde tanımlanabilirler (Evans ve Lindsay, 1993):

- **Performans:** Performans, bir ürünün temel çalışma karakteristikleri olarak tanımlanabilir. Örneğin bir otomobil için performans hızlanma, kavrama, konfor ile ifade edilirken bir televizyon için bu, ses ve görüntü netliği, renk ve uzaktaki istasyonları alma olarak ifade edilebilir.
- **Özellikler:** Kalitenin bu boyutu, performansın ikinci bir yansıması olarak da algılanabilir. Ürünlerin veya servislerin temel fonksiyonlarını yerine getiren bu karakteristikler, onların "özellikleri" olarak tanımlanabilir. Örneğin, uçakta ücretsiz bir içkinin ikram edilmesi veya bir TV'nin otomatik olarak arama yapması o ürün veya servisin bir özelliğidir.
- **Güvenilirlik:** Bu boyut, belirlenen zaman dilimi içinde bir ürünün arızalanması veya verimsiz çalışma ihtimalini ifade eder. Güvenilirliğin en yaygın kullanılan ölçüleri birkaç şekilde ifade edilebilmektedir. Bunlar ilk arızanın ortaya çıkış süresi, arızalar arasındaki süre veya belli bir zaman dilimindeki arıza sayısı olarak verilebilir.
- **Uygunluk:** Bu, ürün veya servisinin belirlenen standartları sağlaması ve bu standartlara uygunluğu olarak tanımlanabilir. Bu boyut, Juran'ın öncülüğünde gerçekleşen geleneksel kalite yaklaşımı ile bir paralellik arz eder. Tüm ürünler belli oranda spesifikasyonlar doğrultusunda üretilirler ancak, belirlenen hedef değerlerden belli oranda sapmalara müsaade edilir.
- **Dayanıklılık:** Bir ürünün ömrünü dolduruncaya kadar kullanımda kaldığı süre, dayanıklılık olarak tanımlanabilir. Teknik olarak dayanıklılık, bir ürünün kullanılmayacak hale gelmesine kadar geçen kullanım süresidir veya bir başka ifade ile, ürünün satın alındığı andan, o ürünün yenilenmesinin tamir edilmesine tercih edildiği ana kadar geçen süre olarak tanımlanabilir.
- **Servis Edilebilirlik:** Kalitenin bu boyutu ise, ürünün arızalanması durumunda, servis hizmeti alma imkânı, tamir süresi, tamir kolaylığı, ürünler ile ilgili şikayetleri algılama ve hızlı bir şekilde değerlendirip sonuçlandırma kavramlarından oluşmaktadır.
- **Estetik:** Bu boyut, tıpkı bir sonraki boyut gibi göreceli bir kavramdır. Ürünün nasıl görüldüğü, koktuğu veya tadı kişiden kişiye değiştiği için, bu boyut tamamen bireysel bir tercihtir ve kalitenin bu boyutunda herkesi memnun etmek imkânsızdır. Böyle olmasına rağmen yine de bazı eğilimleri tesbit etme şansı vardır.
- **Algılanan Kalite:** Müşteriler her zaman bir ürün veya servis hakkında etraflı bilgiye sahip olmayabilirler. Bu gibi durumlarda müşterilerin tek şansı, markaları kıyaslamaktır.

Şirketin prestiji, markası, ürüne ait reklamlar önemli rol oynarlar. Bu özelliklerden bilhassa marka, algılanan kalite açısından önemlidir.

Garvin (1987), kalitenin bu sekiz boyutunu aynı anda bir üründe toplamının, hem pahalı hem de gereksiz olabileceğini vurgulamıştır. Aynı şekilde bir ürün veya servis, kalitenin bir boyutunda iyi olabilirken diğer bir boyutunda kötü olabilir. Benzer şekilde bu boyutlardan birindeki bir iyileşme, diğer bir boyutta kötüleşmeye sebep olabilir. Bu yüzden sunulan ürün veya serviste kalitenin bu sekiz boyutunun nasıl ve hangi oranlarda mevcut olacağı, stratejik bir kalite yönetimini gerektirmektedir.

Garvin (1987), bir şirkette kalite kavramının ihmal edilmesi durumunda mevcut gelişmelerin şirketi incitebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca ona göre yöneticiler, her şeyden önce kaliteyi bir strateji olarak benimsemelidirler ve kaliteyi kontrol edilebilir ve yönetilebilir daha küçük alt parçalara ayırmalıdır. Bu alt parçaların uygun oranlarda veya dozlarda karışımı için, stratejik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece kalite, sadece çözülmesi gereken bir problem olmasının ötesinde, müşteri isteklerini ve beklentilerini de kapsayacak şekilde rekabetçi ve stratejik bir yönetim şeklini gerektirmektedir.

2.2. Kalite Kontrol Kavramının Tanımlanması

Kalite kontrol kavramından önce, "kontrol" kavramının da tanımlanması gerekir. Ancak kalite gibi, "kontrol" kelimesi de çeşitli anlamlara gelmektedir. Bunlardan birkaçı;

- Belirlenen amaçlara, hedeflere veya standartlara ulaşma için gerçekleştirilen planlı faaliyetlerdir,
- Yönlendiren, etkileyen, sınırlayan, doğrulayan veya düzelten bir araçtır,
- Yönlendirme, etkileme vb gibi faaliyetlerdir,
- Kontrol faaliyetlerini yürüten departmanın adıdır,
- Genellikle "İstatistiksel Kontrol" olarak algılanan istatistiksel bir test ile belirlenen, standart bir kıyaslamadır,

şeklinde sıralanabilir.

"Kalite kontrol" kavramı da, tıpkı kontrol gibi pek çok şekilde tanımlanabilir. Ancak bu konuda en yaygın tanım, "bir şirketin, kalite fonksiyonu doğrultusunda kullanıma uygunluk şartını yerine getirebilmesi için gerekli faaliyetlerinin tümü" şeklinde ifade edilebilir (Juran ve Gryna, 1970).

Kalite kontrol konusundaki en iyi tanımlamalardan biri de MIL-STD-109 tarafından ortaya konmuştur. Bu tanıma göre kalite kontrol, "ürün veya servisle ilgili hatalı birimlerin üretilmesini engellemek için üretilen ürünlerin ve bu ürünlerde kullanılan hammaddelerin kalitesini kontrol etmek için uygulanan bir yönetim fonksiyonudur". Bu sorumlulukların yerine getirilmesi için kalite kontrol departmanı, ürün veya servisin üretilmesindeki her bir adımda hataları önlemek, yakalamak ve düzeltmek için herhangi bir yöntemi kullanmalıdır. Böylece kalite kontrolün amacına ulaşması için işçilikten, malzemeden ve makinadan kaynaklanan ve kaliteyi etkileyen tüm parametreler kontrol altına alınmalıdır. Çalışanlar becerilerinde, malzemeler içeriklerinde ve üretim şekillerinde, makinalar ise performanslarında farklılıklar gösterebilirler. Kalite kontrolü gerçekleştirmek üzere ürün dizaynında, malzemelerde ve üretimde oluşan değişimler kontrol altına alınmalıdır.

Gözlem, kalite kontrolün kusurlu ürün veya servisi tesbit etmeye yönelik önemli bir parçasıdır. Gözlemin amacı, ürünün belirlenen kalite standartlarını sağlayıp sağlamadığının tesbit edilmesidir. Kalite kontrol ile gözlem arasında önemli bir ilişki vardır; çünkü kalite kontrolünü gerçekleştirmek için parçaların uygunluğunun tesbit edilmesi gerekir. Uygulamada kalite kontrol bölümü, gözlemci elemanlar tarafından takip edilen, kendi spesifikasyonlarını ve prosedürlerini geliştirir.

Yüksek ürün kalitesi, bir organizasyonda tüm temel fonksiyonlarda etkili kontrol araçlarının çalışmasını kapsayan bir kalite kontrol sistemini sürdürmekle sağlanır. Bu fonksiyonlar sözleşmeler, ürün geliştirme, dizayn, tedarik, üretim, paketleme ve dayanıklılığın sağlanabilmesi gibi kavramlardan oluşur (Hayes ve Romig, 1977).

2.3. Kalite Kontrolün Tarihsel Gelişimi

Aldatılmak istemeyen alıcılar daima, satın aldıkları herhangi bir ürünün değerini talep etmişlerdir. Kabul edilebilir en düşük kalite standardını belirlemek için her dönemde, ölçüm metotlarında ve kullanılan standartlarda bir değişme gerekmiştir. Ölçüm döneminden önce tüm kalite tayinleri genel bir doğrallıkta olmuş ve hepsi bir iş ilişkisinde pazarlık noktası haline gelmiştir. Boyut, görünüş ve ürünün başka bir karakteristiği üretici tarafından belirlenmiştir. Bunlar genellikle bazı fiziksel değerlere dayanmıştır. Örneğin bir terzi elbiseyi, müşteriye model olarak kullanarak üretmiştir. Standardize ölçümlerin ilki yaklaşık 5000 yıl önce Mısırlılar tarafından yapılmıştır. Piramitlerin diklikleri, ilk doğrusal standart boyut olarak kabul edilmiştir. Böylece kalite kontrolde ilk girişimin bu dönemde ortaya çıktığı söylenebilir (Simmons, 1970).

Bir çok karakteristik, kantitatif ölçümlere konu olmuştur. Üretim metodu, bireysel hünelerlerin ve temel aletlerin kullanımı ile 1600'lerin başına kadar sürmüştür. Bu tarihten sonra insan becerisini geride bırakan makinaların kullanımı başlamıştır. 1800'lere kadar ürünün kalitesi, üreticisinin hünelerine dayanmıştır. Bir çok ölçüm şekli, sadece belirli parçalar için gerçekleştirilmiştir. Bu dönem, tüm üretime birden fazla kişinin katıldığı ve işletme şefinin veya sahibinin kaliteyi değerlendirdiği bir dönemdir. Kullanılan tüm parçaların kalite kontrolüne duyulan ilk ihtiyaç, Amerikan İç Savaşı sırasında bir çok askeri bölümün kitle üretimine gerek duyması durumunda ortaya çıkmıştır.

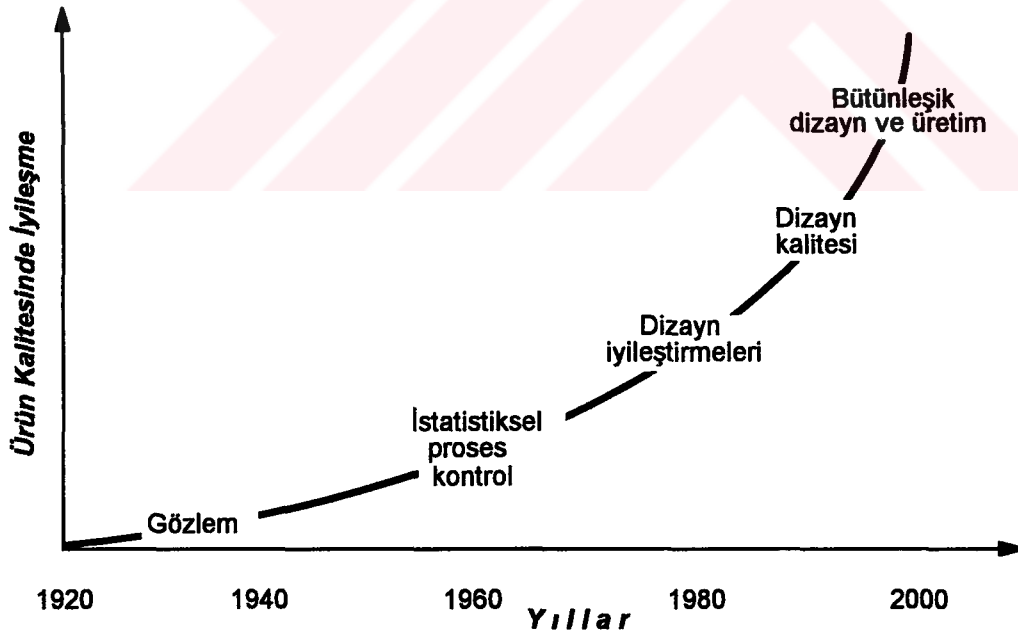
Demirbaş eşyaların ve araçların kullanımı, bugünkü kitle üretim tekniğinin ilk adımı olmuştur. Fakat bu devirde yine üretici veya satıcı, kaliteden sorumlu tutulmuştur. 1800'lerin sonlarına doğru büyük işletmeler şekillenmeye başladığında kontrolörlerin kullanımı söz konusu hale gelmiştir. Bu, kalite standardını belli bir seviyede tutmuştur. Bu dönemde kalitenin kontrolundan sorumlu olan bu kişiler daha çok endüstriyel işletmelerde hükümet tarafından görevlendirilmiştir. Bu kişilerin görevi, I. Dünya Savaşı sırasında genişlemiş ve hükümet tarafından sayıları arttırılmıştır (Simmons, 1970).

II. Dünya Savaşı'na kadar muayenenin, "siz yapacaksınız ben muayene edeceğim" şeklindeki temel kavramı değişmemiştir. Diğer bir ifade ile, mamul üretildikten sonra muayene edilmektedir. Kusurları önlemek için olumlu adımların atılması, II. Dünya Savaşı'ndan sonra gerçekleşmiştir. Kullanıcıya sadece kaliteli parçaların ulaşmasını temin edecek yeni bir muayene tekniğinin ortaya konulması ile kalite kontrolü doğmuştur (Külür, 1987).

Rekabet ortamı İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra değişmiştir. Savaştan sonra rekabetin özü pazarlama ve yenilikçilik olarak gündeme gelmiş ancak, ürün veya servislerin pazara ulaşma zamanı birer rekabet faktörü olmamıştır. 70'li yılların başında yaşanan petrol krizinden sonra üretimde verimlilik en öncelikli hale gelmiştir. Rekabetçi avantaj, ölçek ekonomileri sayesinde elde edilmiştir. Bu, dünyanın her bir yanında ürünlerin ve üretim teknolojilerinin benzerliği ile sonuçlanmıştır. Bu yüzden teknolojinin kullanımı sayesinde maliyetlerin azaltılması, şirketlerin rekabet gücü haline gelmiştir. 80'li yıllarda JIT, OPT, MRP ve TQM gibi yeni üretim teknikleri rekabetçi ortamda ön plana çıkmıştır. Bu teknikler de maliyetlerin düşürülmesi üzerine odaklanmıştır. 80'lerin sonlarında Batılı firmalar diğer faktörlerin, maliyetlerden daha önemli olduğunun farkına varmışlardır. Japon ürünleri sadece maliyette değil, aynı zamanda kalite ve güvenilirlik konularında da Batılı ürünlere meydan okumuştur. Örneğin bir araba geliştirmek için Japon endüstrisi Avrupa endüstrisinin kullandığı zamanın %60'ına ve iş gücünün de yarısına ihtiyaç duyar. Bu gelişmeler müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasını ve servisin kalitesini rekabette ön plana çıkarmıştır. Öte yandan önemli bir faktör de, teknolojinin gelişmesi sonucu ürünlerin hızlı

bir şekilde güncelliklerini kaybetmesi ve müşterilerin bu rekabetçi ortamda daha güçlü hale gelmesidir. Böylece müşterilere servis sunmak ve rekabetçi ortamda kalabilmek için pazara ulaşma zamanı daha bir önem kazanmaktadır. Pazara ulaşma zamanını kısaltmanın önemli bir yolu, dizayn ile üretimi entegre etmektir. Dizayn ile üretim arasındaki bu sinerji, üretimi kolaylaştırdığından daha iyi ve basit ürünlerin ortaya çıkmasını sağlayarak maliyetleri de azaltmak sureti ile pazarda önemli bir rekabet üstünlüğü sağlamış olur (Pawar ve Riedel, 1994).

Kalite konusunda dünyaca bilinen Ishikawa'nın da gözlemlediği gibi, dünya çapında üretim yapan şirketlerden beklenen, kalite faaliyetlerinin yeni bir oluşuma doğru gitmesidir. İlk iki jenerasyon olan gözlem ve istatistiksel proses kontrol, yerini yavaş yavaş yeni bir üçüncüye bırakmaktadır. Bu da ürün ve proses dizaynı iyileştirmeleridir, Şekil 2.1 (Fortuna, 1988). Diğer bir deyişle bir çok şirket, üretim proses kalite kontrolünden, ürün geliştirme kalite kontrolüne yönelmektedir. Bu konuda öne çıkan metodolojilerden ikisi, Kalite Fonksiyonu Açınımı (QFD) ve Eş Zamanlı Mühendislik'tir (EM). Bu metodolojiler, şirketlere daha rekabetçi ürünleri daha kısa sürede, daha düşük maliyetle ve daha kaliteli olarak sunmalarında yardımcı olurlar (Fortuna, 1988).



Şekil 2.1. Kalite kontrolün tarihsel gelişimi (Fortuna, 1988)

2.4. Modern Kalite Kontrol Sistemi

Daha bundan yirmi yıl öncesine kadar kalite kontrol (KK) departmanlarının çoğu, gözlem operasyonlarını gerçekleştirmekte idiler. Bu departmanın başı da çoğunlukla "baş gözlemci" idi. Günümüzde kalite kontrol veya kalite güvencesi, gözlemin ötesinde bir oluşumdur. Çoğu şirketler gözlem sorumluluklarını üretimdeki işçilere bırakarak kalite konusundaki profesyonelleri, kalite iyileştirme faaliyetleri konusunda çalışmalarını için serbest bırakmışlardır. Diğer şirketlerde kalite kontrol çalışanları hâlâ zamanlarının önemli bir bölümünü problemli ürünleri tesbit etmeye ayırmaktadırlar. Bu yaklaşım, insan kaynaklarının zayıf kullanımıdır. Kalite kontrol çalışanları problemlerle uğraşmaktan ziyade, problemlerin ortaya çıkmaması için, bu işten birinci derecede sorumlu olan çalışanlara yardımcı olmalıdırlar (Lochner ve Mater, 1990).

Modern kalite sistemi nedir? ve bu sistemin özellikleri nelerdir? Her şeyden önce bu sistem, müşteri odaklıdır. Ürünler müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere dizayn edilirler, üretilirler ve ürünlere ait servis hizmetleri sunulur. Ayrıca modern sistemde, iç ve dış müşterilerin varlığı daha belirgindir. Şirketteki her bir çalışan, müşterilerinin ve tedarikçilerinin kimler olduğunu ve neler istediklerini bilirler. Her bir departmanın, şirketteki diğer departmanları göz ardı ederek kendi departmanlarındaki operasyonları optimize etmesi artık geçmişte kalmıştır.

Modern kalite kontrol sisteminin bir başka karakteristiği ise, kalite iyileştirme prosesinin üst yönetimce yönlendirilmesidir. Kalite için sorumluluğun sadece kalite kontrol departmanına verilmesi durumunda, şirketteki diğer tüm kişiler kalitenin, üst yönetim için önemli bir konu olmadığını düşünürler. Kalite çalışmalarında üst yönetimce, farkedilebilir ve aktif bir katılım olmalıdır. Çoğu işçi iyi bir iş yapmak, iyi bir ürün üretmek, iyi bir servis sunmak ve yaptıkları ile gurur duymak ister. Ancak bunun ayarı üst yönetimce yapılmalıdır. Kalite üst yönetimin gündeminde değil ise bu, işçinin de gündeminde olmayacaktır. Çalışanlar yönetimin, diğer konuları bir kenara iterek sadece satışlarla (kârlılıkla) ilgilendiğini algıladıkları anda, yalnızca kendi kârlılıklarını (maaşlarını ve çıkarlarını) ön plana çıkaracaklardır.

Herkes kalite konusunda kendisine ait spesifik sorumluluğunu anlamalıdır. "Kalite herkesin işidir" ifadesi doğru olmakla birlikte, şirketteki yetki ve sorumluluğa bağlı olarak herkesin farklı sorumluluğu vardır. Ürün geliştirme departmanı, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ve aynı zamanda üretim departmanı tarafından sürekli olarak ve ekonomik bir şekilde üretilen bir ürün dizayn etmekle sorumludur (üretim departmanı, ürün geliştirme departmanının bir müşterisidir).

Modern kalite sisteminin dördüncü karakteristiği, kalite kontrol çalışmalarının, hata tesbitinden ziyade hata önlemeye yönelik olmasıdır. Gözleme dayalı kalite, hem yeterli değildir hem de pahalıdır. Ürünler üzerinde bazı gözlemler ve denetimler yapmak gerekli olabilir ancak, doğru işi doğru zamanda yapmak sureti ile bir şirketin kalite çalışmaları, hatanın oluşmasını önlemeye yönelik olmalıdır. Modern bir kalite sistemi, bitmiş ürünler üzerine yoğunlaşmaktan ziyade, ürüne ait prosesin kontrolü konusuna ağırlık verir. Bu proses uygun olduğu sürece ürün de doğru olacaktır.

Son olarak, kalite bir yaşam biçimi olmak zorundadır. Kalite konuları her yönetim toplantısında tartışılır. Üretim çizelgelerini karşılamak maksadı ile, kabul edilemeyen bir ürünün sevkine izin verilmesi gibi bir konu hiçbir zaman gündeme gelmez. Yeni teknolojilerin uygunluğu ortaya çıktıktan sonra, eski teknolojiler yenilenmelidir. Tüm çalışanlar modern kalite kavramları ve metotları konusunda eğitim alırlar. Şirketteki herkesin kalite geliştirme çabalarına katılmalarına izin verilir (Lochner ve Mater, 1990).

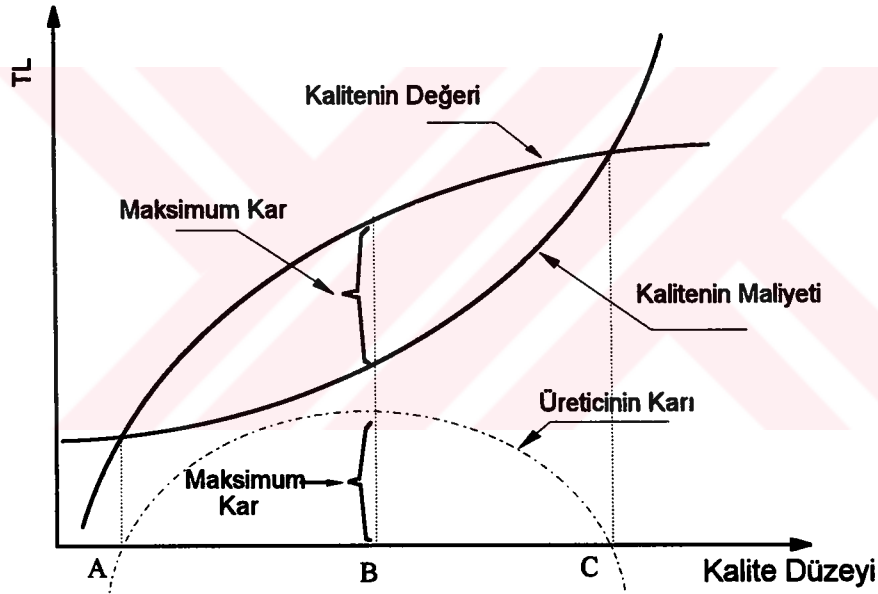
2.5. Kaliteyi Oluşturan Temel Unsurlar

Bir ürünün herhangi bir kalite karakteristiğinin gerçekleşmesinde pek çok faktörün göz önüne alınması gerekir. Tüketici istekleri, rekabet, satış politikaları, ürünün kullanılma amacı, fiyat, ürün dizaynı, malzeme, tezgâh, v.b. gibi çok sayıda faktörün bir kalite karakteristiğinin oluşmasında az veya çok etkisi vardır. Ancak bir ürünün kalite düzeyinin önce tasarlanması ve daha sonra üretim ile birlikte gerçekleşmesi söz konusu olduğuna göre, tüm faktörleri "dizayn kalitesi" ve "uygunluk kalitesi" olmak üzere iki temel unsur içinde toplamak mümkündür.

- **Dizayn kalitesi:** Dizayn kalitesi, yeni veya iyileştirilen ürün veya servislerin müşteri ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılamak üzere dizayn edilmelerini ve ekonomik olmalarını güvence altına alan tüm faaliyetleri içerir (Lochner ve Mater, 1990). Bu, ürünün fiziksel yapısı ve performans özellikleri ile birlikte tasarlanır. Dizayn kalitesi boyut, ağırlık, hacim, dayanıklılık v.b. nitelikler gibi ölçülerle belirlenir. İki ürünün aynı fonksiyonu gören kalite spesifikasyonları arasındaki fark, onların dizayn kaliteleri arasındaki farkı gösterir (Kobu, 1987).

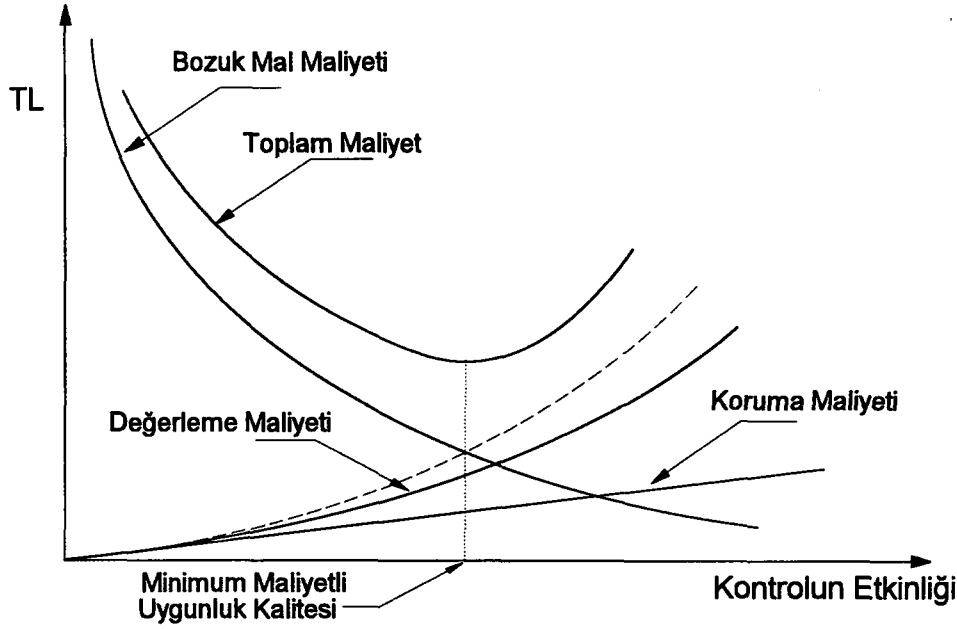
Çoğunlukla üreticilerden, "kalite maliyeti çok fazla" şeklinde yakınmalar duyarız. Bu ifade daima yanlış anlaşılan bir kalite kavramına dayandırılmıştır. Aslında bu ifadeyi, "yüksek kaliteli bir ürünün dizaynı çok pahalıya malolabilir" şeklinde anlamamız gerekir. Yani kalitenin yüksek maliyeti söz konusu olduğunda referans, daima dizayn kalitesi ile ilişkilidir. Şüphesiz bu gerçek bir maliyettir (Toraman, 1987).

Bir ürün için en uygun dizayn kalitesinin saptanması, kalitenin tüketici açısından değeri ile üreticiye olan maliyeti arasındaki optimum noktanın bulunması prosesidir. Şekil 2.2'deki diyagramda en uygun dizayn kalitesinin nasıl tesbit edileceği görülmektedir. Kalitenin değeri eğrisi, tüketicinin kaliteye verdiği değeri, diğer bir deyişle ödemeye hazır olduğu parayı gösterir. Bu eğrinin eğiminin giderek azalması, doğal bir tüketici davranışının sonucudur. Gerçekten başlangıçta tüketici daha kaliteli mala daha fazla para ödemeye hazırdır. Fakat kalite düzeyi, ihtiyacının üzerine çıktığında aynı isteği göstermez. Dolayısı ile onun nazarında kalitenin değeri giderek düşer. Kalite düzeyi yükseldikçe maliyetler önce yavaş daha sonra büyük bir hızla artar. Maliyet eğrisinin birden dikleşmeye başlaması, teknolojik olanakların zorlandığı anlamına gelir. Belirli bir kalite düzeyi için iki eğri arasındaki ordinat farkı, üreticinin kârını (yalnız kalite açısından) gösterir. Farklardan oluşan kâr eğrisi, B noktasında en yüksek (maksimum) olmaktadır. Dolayısı ile üretici açısından ürün için en uygun dizayn kalitesi bu noktadadır.



Şekil 2.2. En uygun dizayn düzeyinin saptanması (Kobu, 1987)

- **Uygunluk kalitesi:** Uygunluk kalitesi, önceden belirlenen ve açık bir şekilde ortaya konan spesifikasyonları sağlayan ürünleri üretme veya servis sunma konusunu içerir. (Lochner ve Mater, 1990). Bu, dizayn kalitesi ile belirlenen spesifikasyonlara üretim esnasında uyma derecesidir. Belirli bir uygunluk kalitesinin gerçekleştirilmesinde çeşitli maliyetlerin dengelenmesine çalışılır (Şekil 2.3):



Şekil 2.3. Uygunluk kalitesini etkileyen maliyet unsurları ve optimum uygunluk derecesinin saptanması (Kobu, 1987)

Uygunluk kalitesinin ölçüsü, bozuk mal yüzdesi olabilir. Kalite kontrolün etkinliği arttıkça, yani tasarlanan kalite spesifikasyonlarına uyan parça yüzdesi yükseldikçe, bozuk ürünlerin ortaya çıkardığı malzeme ve işçilik kayıpları ile tamir masrafları ve müşteri şikayetleri hızla azalır. Buna karşılık ölçme, değerlendirme ve koruma faaliyetlerinin yoğunluğu arttığından, bunların maliyetleri giderek yükselir. Koruma maliyeti, bozuk ürünün üretimine engel olmak amacıyla önceden alınan önlemler için yapılan harcamalardan oluşur. İşçi eğitimi, tamir-bakım, dizayn kontrolü gibi masraflar, koruma maliyeti niteliğindedir. Şekil 2.3'deki grafikten görüleceği gibi, kontrolün etkinliği arttıkça, yani bozuk mal yüzdesi azaldıkça, farklı değişim gösteren iki maliyet eğrisi bir noktada kesişir. Bu noktanın absisi, toplam maliyetin en düşük (min.) değer aldığı uygunluk kalitesidir (Kobu, 1987).

Dizayn kalitesinin artırılması, maliyetlerin yükselmesine neden olur (Peşkircioğlu, 1992). Dizayn ve uygunluk kalitelerinin saptanmasında, tüketici istekleri ve teknolojik olanaklar olmak üzere iki noktadan harekete geçilmelidir (Kobu, 1987).

2.6. Dizayn Prosesi

Bir şirketin ürün geliştirme prosesi, ürünün karmaşıklığına, parçalarına ve bu parçaları geliştirmek için gerekli proseslere bağlıdır. Her şeyden önce ürün geliştirme ekipleri, dizaynlara alt proseslerden gelen bilgileri yansıtmak zorundadırlar. Bu, test edilebilirlik, üretilebilirlik, güvenilirlik ve servis edilebilirlik gibi prosesleri içine alır. En iyi durumda

dizayn prosesi, alt proseslerin dizaynı şekillendirdiği geri besleme dönüşümünün bir parçasıdır ve daha sonra alt proses mühendisleri, erken dizaynın etkilerini kendi prosesleri için değerlendirmeye başlarlar. Bilgilerin bu şekilde dolaşımı, bazı mühendislik dizayn değişikliklerinin önemli ölçüde azalmasına sebep olabilir. Alt prosesler üste doğru kaydırıldığında, şirketler beklenen dizaynı ortaya koymaktan ziyade, proses geliştirmeye ağırlık verebilirler (Carter ve Baker, 1992).

Ürün geliştirmenin ve dizayn prosesinin esası, iyi bir dizayndır. İyi bir dizayn olmadan, en iyi organizasyon ve en iyi iletişim teknolojileri dahi kendilerinden bekleneni vermede yetersiz kalacak ve başarılı olamayacaklardır. Yapılan çalışmalar, iyi bir dizaynın ortaya konabilmesi için gerekli özellikleri şu şekilde sıralamıştır (Carter ve Baker, 1992):

- İyi bir dizayn, hem müşteri ihtiyaçlarını hem de şirketin gereksinimlerini (belirlenen bütçe ile zamanında ürün) karşılamalıdır,
- İyi bir dizayn, mühendislik ihtiyaçlarını ve hedeflerini esas almalıdır,
- İyi bir dizayn, ürünün fonksiyonel modelini takip etmelidir,
- İyi bir dizayn, dizayn prosesi boyunca dizayn değişikliklerini azaltmalıdır,
- İyi bir dizayn, mevcut teknolojiyi kullanmalıdır.

Başarılı bir dizayn prosesi sunmanın esası, komponent kütüphaneleri oluşturmak ve kullanmaktır. Bu kütüphaneler, gerçek dizaynın veya bir çok alt sistemden veya komponentten oluşan sistemin yapısal elemanlarını ve bu elemanların kullanılabilir alternatiflerini içerirler. Bu komponent kütüphanelerinin tamlığı ve doğruluğu etkili bir geliştirme ekibi ve hatasız bir dizayn için önemlidir. Bu kütüphaneler hangi parçaların stokta olduğunu, hangilerinin önceki ürünlerde kullanıldığını ve her bir parçanın spesifikasyonlarının neler olduğunu bünyesinde tutar ve istenildiğinde hızlı bir şekilde ekip elemanlarının incelemesine sunar. Böyle bir ortamda komponent kütüphanesindeki bilgilerden müşteri isteklerine cevap verebileni otomatik olarak seçilir ve dizaynda kullanılır.

İyi bir mühendislik ortamında, ürün geliştirme ekibi iyi bir dizaynı bulmak ve üretmek için bir metot kullanır ve bu metot, "bilgilerin ışığında işbirliği"dir. İyi bir dizayn, toplam geliştirme prosesinden gelir ve belki de çözülmesi gereken en büyük problem, müşteri beklentilerinin karşılanmasıdır (Carter ve Baker, 1992).

Dizaynın gerçekleştirildiği iyi bir mühendislik ortamında organizasyonel yapı da önemlidir. Organizasyonlar fonksiyonlarına göre pazarlama, mühendislik, üretim, personel, vs. olarak dikey bir şekilde yapılaşır. Çoğu iş ve sorumluluk yatay bir işlem görür. Ancak önemli bilgi ve iletişim, organizasyon fonksiyonları arasındaki engelleri yatay olarak aşacak şekilde

gerçekleştirilmelidir. Bunun bir adım ötesi ise, ürünle ilgili faaliyetlerin, tüm ilgili fonksiyonlardan gelen kişilerin bir araya gelerek oluşturduğu bir "çapraz fonksiyonel ekip" tarafından belirlenmesidir (Cartin, 1993).

2.7. Ürün Geliştirme Prosesi ve Bir Ürünün Yaşam Çevrimi

Ürün geliştirme prosesi karmaşık ve dinamiktir. Ürün geliştirme prosesinin karmaşıklığı, hem teknik hem de yönetim problemlerinden etkilenmektedir. Ürün geliştirme prosesinin dinamikliği ise, bu proses süresince ortaya çıkabilecek olan beklenmedik değişikliklerden ve yeniden gözden geçirmelerden kaynaklanmaktadır. Karar verme proseslerinde, karmaşık bir ürün geliştirme prosesini yönetme ve koordine etme konularında, mühendislere ve yöneticilere yardımcı olmak için oldukça etkin bir karar verme aracına ihtiyaç vardır. Teknik açıdan yeni bir ürün geliştirme prosesi;

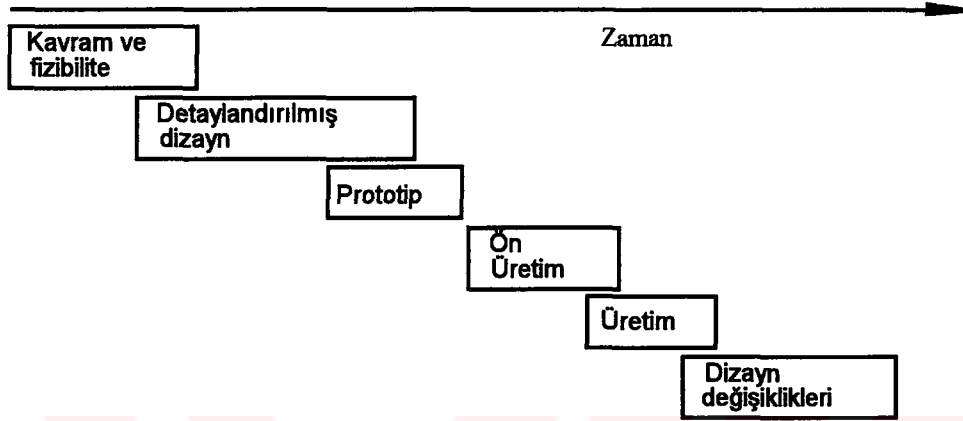
- Yeni teknolojilerin geliştirilmesine,
- İleri dizayn ve üretim imkânlarının geliştirilmesine,
- Oldukça iyi eğitilmiş teknik iş gücünün oluşturulmasına,

ihtiyaç duyar. Ayrıca teknik olarak ürün geliştirme prosesi, ürünün üretilebilirliğine, desteklenebilirliğine, performansına ve güvenilirliğine bağlıdır. Yönetim açısından ise, yeni ürün geliştirme prosesi, direkt veya dolaylı olarak, aşağıdaki konuların eş zamanlı bir şekilde göz önüne alınmasını ve değerlendirilmesini gerektirir:

- Makro ekonomik konular (örneğin, kredi imkânı, iş gücü imkânı, faiz oranları vb.),
- Politik konular (örneğin, yerel, ulusal veya uluslararası politik destek, yasal destek vb.),
- Mikro ekonomik konular (örneğin, kredi imkânları, kısa ve uzun dönem finansal yükümlülükler vb.)
- İşletme konuları (örneğin, imkânların yönetimi, bilgi sistemlerinin yönetimi, planlama, çizelgeleme, kapasite planlama, iş gücü eğitimi ve yönetimi vb.),
- Sosyo-psikolojik konular (örneğin, yerel, ulusal ve uluslararası kitle desteği veya belli bir ürün için karşı koymalar, nüfus, işgücünün yaklaşımı, vb.).

Bütün bu teknik ve yönetsel konuların eş zamanlı olarak ele alınmasının kolay bir iş olmayacağı açıktır (Pourbabai ve Pecht, 1994).

Ürün dizaynının önemi, ürünün yaşam çevrimini birkaç aşamaya ayırarak daha iyi incelenebilir. Ürünün türü, ürünün yaşam çevriminin aşamalarını, her bir aşamada ortaya konan gayreti ve harcanan zamanı etkiler. Bu sınıflandırma, üründen ürüne büyük farklılıklar göstermekle birlikte, Şekil 2.4 bir ürün yaşam çevriminin temel aşamalarını göstermektedir (Juran, 1970).



Şekil 2.4. Bir ürüne ait ürün geliştirme prosesi ve ürün yaşam çevriminin aşamaları (Juran, 1970)

- **Kavram ve Fizibilite Aşaması**

Şüphesiz ki ürün geliştirme prosesinde ilk adım, yeni fikirlerin ortaya çıkmasıdır. Bu aşamada bir ürün için bilinen veya tesbit edilen ihtiyaçlar doğrultusunda, ürünü dizayn edip üretmenin fizibil olup olmadığını tesbit etmek amacıyla, yeterli derecede detaylı bir çalışma yapılır. Bu fizibilitenin önemli bir parçası, şirket ve müşteri için ürünün beklenen maliyetidir. Bu aşama, projeye devam etmenin fizibil olup olmadığı konusundaki kararı oluşturmada çok etkilidir. Bu karar, gelecekte çalışılmak üzere ümit vaat eden bir veya daha fazla dizayn kavramının ortaya çıkmasını tavsiye eder (Juran, 1970). Ayrıca bu aşamada yeni fikirlerin fizibil olup olmadıklarını belirlemek üzere ekonomik değerlendirme çalışmaları gerçekleştirilir ve sonuçta başarı için yüksek bir potansiyel sergilemeyen özellikler yok edilerek pahalı ürün geliştirme maliyetlerinden kaçınılır (Evans ve Lindsay, 1993).

- **Detaylandırılmış Dizayn Aşaması**

Bu aşamada alternatif dizayn kavramları değerlendirilir, en ümit verici olanı seçilir. Ayrıca malzeme ve parça alımları için satın alma spesifikasyonlarını hazırlamak ve prototip testler için ürünlerin üretimini planlamak üzere ürün, gerekli ayrıntıları ile dizayn edilir. Ürün karakteristikleri de denen bu spesifikasyonlar, ürünün fonksiyonel yeteneğini ve performans

karakteristiklerini belirlerler. Karmaşık ürünler için detaylandırılmış dizayn aşaması iki temel adımdan meydana gelebilir. Bunlar;

- i) Fizibilite aşamasında değerlendirilmeyen pek çok dizayn kavramının detaylandırılmış bir açıklaması (bu açıklamalar eş zamanlı veya sıralı olabilir),
- ii) Tamamen detaylandırılmış bir dizayn ile, son dizayn kavramının seçilmesi

şeklinde sıralanabilir.

Öte yandan, detaylandırılmış dizayn aşamasında veya daha sonra, seçilen dizayn kavramının yetersiz olduğunun anlaşılması ve göz ardı edilmek zorunda kalınması ihtimali de vardır. Bu durumda dönüşüme baştan başlanabilir (Juran, 1970).

• Prototip aşaması

Bu aşamada, her yönü ile tamamlanmış bir ürün oluşturulur ve test edilir. Bu testler sonucunda ürünün temel dizayn yeteneği, en uç ortamların etkileri ve uzun zaman çalışma güvenilirliği değerlendirilir (Juran, 1970). Ayrıca bu testlerde ürünün performans testleri, gerilme testleri, çevresel testler, aşınma testleri ve diğer güvenilirlik testleri gerçekleştirilir. Bir otomobilin yol testi veya yeni bir yiyecek testi yapmak üzere bir müşteri panelinin kullanılması bu konudaki tipik örneklerdir (Evans ve Lindsay, 1993).

Oluşturulan bu ürün tamamlanmamış olabilir ancak, temel dizayn yaklaşımının yeterliliğini test etmek için yeterli tamlıktadır. Bu aşamada ümit edilen şey, prototip testlerinin ilk dizayn yaklaşımının uygulanabilmesi ve detaylı bir şekilde tamamlanabilmesidir. Bunun gerçekleşmemesi durumunda ise çizim masasına dönülür. İdeal olarak prototipler, gerçek üretim yöntemleri ve seri üretimde kullanılacak olan ekipmanlarla yapılır. Ancak bazen bu imkânsızdır. Bu durumda test sonuçları, gerçek üretim ünitelerinin neler yapabileceğini tam olarak göstermez. Ancak prototip aşaması tasarımcı için, ürünün dizayn aşamasının yeterliliğini değerlendirmesi ve üretim işlemlerini oluşturmadan önce dizaynı gözden geçirmesi açısından, oldukça yararlıdır (Juran, 1970).

Bilhassa 1980'lerden sonra ortaya çıkan hızlı prototipleme teknolojileri (*sterolithografi, katılaştırma, lazer sinterleme, yakmalı artık modelleme ve tabakalı nesne vs*) ürün geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Hızlı prototipleme teknolojileri, bilgileri CAD sistemlerinden alır ve bunları birkaç saatte direkt olarak gerçek ölçülerdeki medellere dönüştürür. Bu şekilde bir taraftan CAD bilgilerinin ve dizayn özelliklerinin doğruluğu incelenirken, diğer taraftan da prototip üzerinde testler gerçekleştirilir (Mortimer, 1994).

- **Ön Üretim Aşaması**

Bu aşamada, "üretim dizaynı" hazırlanır ve üretilebilirlik ve performans açılarından değerlendirilir. Üretim dizaynı, bir çok nedenden dolayı gerekli dizayn değişiklikleri yüzünden prototip dizaynına göre farklılıklar gösterir. Bu değişikliklerin nedeni üretimin basitleştirilmesi, malzeme maliyetlerini azaltma ve mevcut ürünler ile değişimi sağlayabilmek için standartlaştırma, mevcut üretim imkânlarının kullanımı vs. şeklinde olabilir.

Daha sonra üretim ekipmanları kullanılarak ürünün ön üretimi gerçekleştirilir. Bu pilot çalışma bazen simüle edilmiş kullanım şartları altında, bazen de gerçek kullanım şartları altında seçilmiş müşterilerce test edilir. Bu testlerin sonuçlarına ve üreticinin tecrübesine bağlı olarak tasarımcı ya tam seri üretim için onay verir veya tekrar üzerinde çalışılmak üzere geri gönderir (Juran, 1970).

- **Seri Üretim Aşaması**

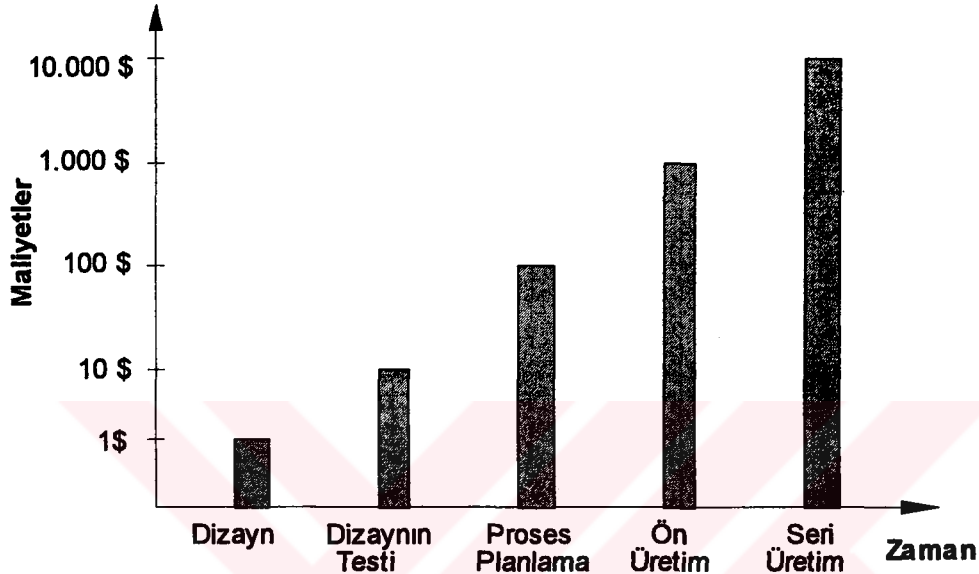
Bu aşama, ürünün müşteriye sevk edilip satılması için "düzenli" olarak üretilmesidir. Seri üretim başladıktan sonra problemler oluştuğunda, hem tedarikçilerle birlikte bir eylem planı hazırlanmalı, hem de içeride benzeri bir çalışma başlatarak düzeltici faaliyetler belirlenmelidir. Sonra bunların hemen uygulanmaya konması sağlanmalı ve bu faaliyetler işlem standartlarına yansıtılmalıdır (Akao, 1990).

- **Dizayn Değişiklikleri**

Ürünün üretimi, pazarlanması ve kullanımı sonucu elde edilen deneyimler esas alınarak, ürün performansını iyileştirmek ve kullanım esnasında üründe ortaya çıkan hataları ortadan kaldırmak üzere dizayn değişiklikleri yapılır. Bu dizayn değişiklikleri, çalışmaları ürün yaşam çevriminde bundan bir önceki veya daha da önceki aşamalarına geri götürür (Juran, 1970).

Ürün geliştirmede bu şekilde yapısal bir prosese rağmen çoğu şirketler seri üretimden sonra temel mühendislik değişikliklerine gidebilmektedirler. Bu değişiklikler zaman ve para açısından oldukça masraflı olmakla birlikte ürünün pazara ulaşma zamanını uzatır ve böylece 1990'lardaki rekabet ortamında önemli bir engel ortaya çıkmış olur. Bu değişiklikler ürün geliştirme prosesindeki yetersiz planlamadan kaynaklanmaktadır. QFD ve EM gibi ürün geliştirme ile ilgili modern kavramlar bu değişikliklerin önüne geçmek için oldukça etkilidir (Evans ve Lindsay, 1993).

Dizayn faaliyetlerinin uygun bir şekilde sıralanması ve dizayn değişikliklerini kısmen veya tamamen yok eden bir tasarımın gerçekleştirilmesi, bir taraftan dizayn maliyetlerini azaltırken diğer taraftan da dizayn değişiklikleri için ihtiyaç duyulan zamanı kısaltır. Şekil 2.5'de de gösterildiği gibi, bir üründe yapılan yeniden dizaynın ürün geliştirmenin birbirini takip eden her bir aşamasındaki maliyeti, bir önceki maliyetin on katı kadardır (Albano ve Suh, 1994).



Şekil 2.5. Ürün geliştirmede değişik aşamalarda yapılan yeniden dizaynın maliyetlere etkisi (Albano ve Suh, 1994)

Şirketlerin küçük ölçekli ve ürünlerin basit olması durumunda, ürün geliştiricilerin tüm detayları hatırla tutmaları mümkündür. Şirketlerin büyümesi ve ürünlerin karmaşık bir hale gelmesi sonucunda her şey büyümekte ve sayılar artmaktadır. Daha geniş bir pazar; daha fazla müşteri, daha çeşitli müşteri ihtiyaçları ve sonuçta daha fazla ürün özellikleri demektir. Şirketler daha çok büyümekte, daha fazla insan çalıştırmakta, daha fazla uzman kullanmakta, daha karmaşık sistemler geliştirmekte ve sonuçta tatmin etmek için daha fazla iç müşteriye sahip olmaktadır.

Ortaya çıkan daha fazla müşteri ve ihtiyaçların kombinasyonları, sadece daha fazla ürün özelliklerinin geliştirilmesine ihtiyaç duymaz, aynı zamanda ürün geliştirmede sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç duyar. Tüm bu kombinasyonlar ve bu kombinasyonların ortaya çıkardığı karmaşıklıkların üstesinden gelmek için yapısal bir yaklaşıma ihtiyaç duyulur (Juran, 1992).

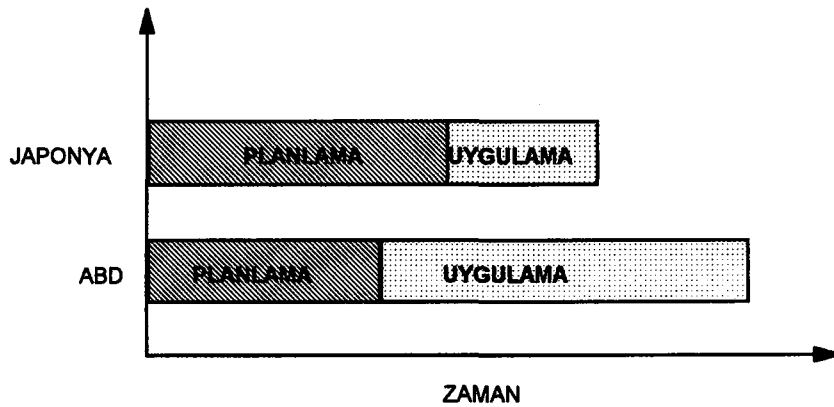
Ürün geliştirmede böyle bir yapısal yaklaşım oluşturmanın birtakım dezavantajları söz konusudur. Bunlardan ilki, ihtiyaç duyulan dökümanları hazırlamak üzere fazladan çalışmaya ihtiyaç duyulmasıdır. Bu dökümanların hazırlanmasının, iç ve dış müşterilerle

ayrıntılı bir çalışmayı gerektirmesi ve çevrim süresinin uzamasına neden olması bir diğer dezavantaj olarak belirtilebilir. Bu yüzden çoğu ürün geliştiricileri, bu tür yapısal yaklaşımlardan kaçınırlar. Bunlar, kendi eğitimlerinin ve bilgi birikimlerinin kendi sorumluluklarını yerine getirmek için yeterli olduğuna, yapısal yaklaşımların ürün geliştirmeye herhangi bir değer katmadığına, ancak maliyetleri ve gecikmeleri arttırdığına inanırlar.

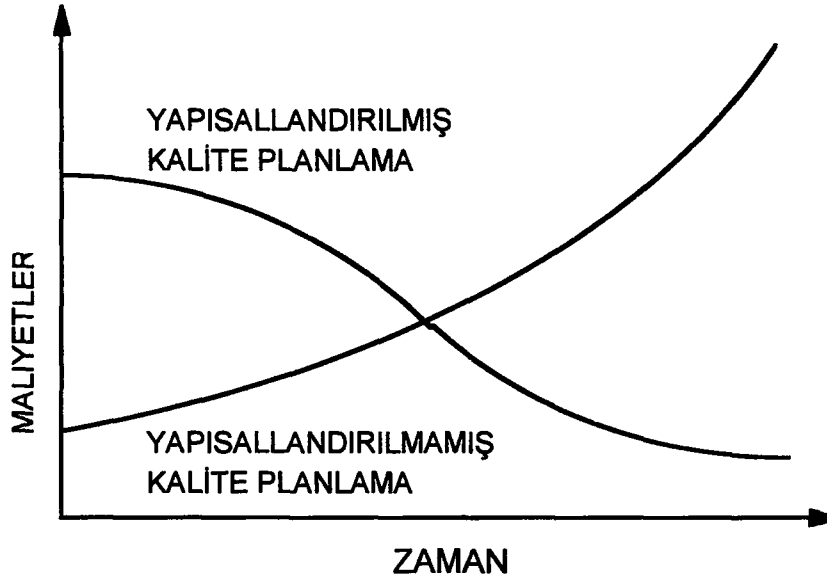
Yukarıda belirtilen dezavantajların yanında, ürün geliştirmede yapısal bir yaklaşımın kullanılmasının bazı avantajları da mevcuttur. Bunlardan ilki, insan hafızasına bir destek sağlaması ve insanlardan kaynaklanabilecek hatalara karşı bir engel oluşturmaktır. İkincisi, ilgili departmanların kalite planlamasına katılımlarının bu sayede sağlanmış olmasıdır. Daha sonraki faaliyetlerde kullanılmak üzere önemli bilgiler sağlayan dökümantasyonun oluşturulmasının gerçekleştirilebilmesi, bir diğer avantaj olarak belirtilebilir.

Yöneticiler tarafından ortaya konan ve zamanla netleşen bir gerçek, ürün geliştirmede yapısal bir yaklaşımın kullanılması ile üretilen bir ürünün, geleneksel metotların kullanılması ile üretilen ürüne göre daha iyi olması ve daha kısa sürede pazara ulaştırılabilmesidir.

Ürün geliştirme esnasında "ekstra iş ve gecikme", ürün geliştiriciler tarafından sıkça karşılaşılan ve üst yönetim de dahil olmak üzere, ilgililerce ciddiye alınması gereken bir konudur. Burada net kazancın bir beklentisi genellikle Şekil 2.6'daki model yardımı ile açıklanır. Şekil 2.6 genellikle, ABD ile Japonya'daki ürün geliştirme yaklaşımları arasındaki farkı açıklamak için kullanılır. Ancak bu model, ürün geliştiriciler açısından çok da ikna edici değildir. Çoğuna göre bu model ispat edilemeyen bir teoridir (Juran, 1992).



Şekil 2.6. Uzun Planlama-Kısa Uygulama ile Kısa Planlama-Uzun Uygulama arasındaki kıyaslama (Juran, 1992)



Şekil 2.7. Kalite planları arasındaki maliyet farkları (Juran, 1992)

Yaklaşımlar arasındaki bu farkı açıklamak için kullanılan bir başka model de Şekil 2.7'de verilmiştir. Bu modelde maliyet iyileştirmeleri vurgulanmıştır. Erken planlama aşamalarında sarf edilen daha fazla gayret, bu aşamalardaki maliyetleri arttırır. Ancak daha sonraki aşamalardaki maliyetler, çözülmesi gereken daha az sayıdaki problemler yüzünden azalır (Juran, 1992).

2.8. Mühendislik Dizaynında Kalite

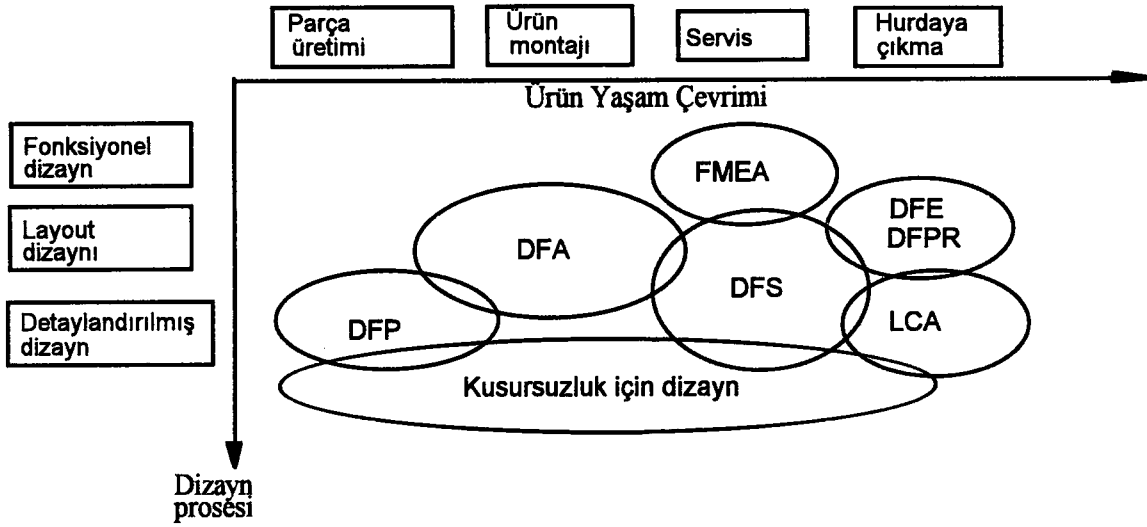
"Kalite ürün dışında gözlenemez; bu, ürünün bir parçası olmalıdır". Bu ifade o kadar sıklıkla kullanılır ki, herkesin bu işlerle uğraştığı düşünülmeğe bile başlanır. Ancak şu da bir gerçektir ki, çok az insan "kaliteyi oluşturma"yı bilir. Çoğu şirketlerde "oluşturma" bir problem çözme şeklindedir. Şüphesiz ki, problem çözme önemli bir faaliyettir. Ancak her şeyden önce, problemlerle karşılaşmamak için kaliteli bir proses veya ürün dizayn etmek daha iyi olmaz mı? Bazen kalitenin bir maliyeti olduğu söylenmekle birlikte, bu pek de doğru değildir. Bir iş başlangıçta doğru yapıldığında, bu iş sonucu tatmin edilen müşteriler olacağı gibi, ürünün maliyeti de düşük olacaktır. Problemlerin dizayn aşamasında önlendiği şirketler vardır ve buralarda ürün kalitesi, spesifikasyonlar ortaya konmadan önce belirlenmektedir. Bu tür şirketlerde aşağıdaki yöntemlerden bazıları veya tümü, dizayn ve geliştirme mühendislerince kullanılır (Lochner ve Mater, 1990):

- Eşzamanlı mühendislik,
- Ürünü bir matris içinde tanımlayan QFD,
- Bunun verimli bir şekilde yapılacağını garanti altına alan DFMA,

- En beklenmedik hataları ortadan kaldıran FMEA,
- Üretim prosesindeki değişkenler tarafından etkilenmeyen bir kusursuz dizayn ortaya koyan Taguchi Metodolojisi,
- Ürün toleranslarını sağlamada gerekli performans seviyelerini kullanan üretim,
- Tüm adımların eksiksiz dökümantasyonu,
- Makinaların toleranslar içinde parçalar üretmesini sağlayan İstatistiksel Proses Kontrol (SPC) (Hartley, 1992).

Yaşanılan çevreye verilen önemin her geçen gün artması sonucu günümüzde ürün yaşam çevrimi tanımı sadece bir ürünü kapsamamakta; ilave olarak ürünle ilgili katı maddeleri, gaz ve sıvı emisyonlarını ve enerji konularını da içermeye başlamaktadır. Ürün yaşam çevriminin adımlarında yer alan mühendisler, artık bir taraftan ürünün topluma sunacağı faydayı maksimize ederken bir taraftan da ürünün üretime, kullanıcıya ve çevreye olan maliyetlerini minimize etmek için çaba sarf etmektedirler. Günümüzde ürün dizayn çevrim metodolojisini belirlemede Üretilabilirlik İçin Dizayn'ın (Design for Producibility-DFP) yanısıra, Montaj İçin Dizayn (Design for Assembly-DFA) ve dizayndaki potansiyel zayıflıkları belirleyen Hata Modları ve Etkileri Analizi (Failure Modes and Effects Analysis-FMEA) gibi kavramların kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Ancak günümüzde mühendisler, sadece güvenilirliği düşünmekle kalmayıp aynı zamanda servis kolaylığını ve servis desteğini de düşünmeye başlamışlardır. Bu sayede Servis Edilebilirlik İçin Dizayn (Dizayn for Serviceability-DFS) kavramı da önem kazanmıştır. Ayrıca, toplumun çevre konusundaki artan duyarlılığı sonucu, ürünlerin kullanım sonrası çevreye verdiği zararı değerlendirmek ve bu zararı azaltmak üzere Yaşam Çevrimi Değerlendirmesi (Life Cycle Assessment-LCA) kavramından söz edilmeye başlanmıştır. LCA'nın oldukça vakit alıcı olması dolayısı ile, Çevre İçin Dizayn (Design for Environment-DFE) metodolojisinden bahsedilmeye başlanmıştır. Bilhassa Avrupa'da eski ürünleri geri alma konusundaki kanunlar ve Japonya'daki "yeniden geri kazanabilme (recyclability) kanunu", çevreye verilen önemin en son örneklerindendir. Ürün yaşam çevriminde kullanılan metodolojiler toplu olarak Şekil 2.8'de verilmiştir.

Burada temel konu, ürünün kullanım sonrası durumunun da dizaynın erken aşamalarında eş zamanlı olarak ele alınmasıdır; yani Ürünün Hurdaya Çıkmasına Göre Dizayn'dır (Design for Product Retirement-DFPR) (Ishii, 1995).



Şekil 2.8. Ürün yaşam çevrim metodolojileri, ürün yaşam çevrimi ve dizayn çevrimi (Ishii, 1995)

Sonuç olarak, kalite kavramı artık ilk alışlageldiği gibi kalite kontrol ile eş anlamlı olmaktan çıkmış ve yeni bir oluşum içine girmiştir. Bu da artık bundan böyle ürün kalitesinin, kalite kontrolün bir sonucu olmaktan çok daha öte, müşteri ihtiyaçlarını sağlayan ürünlerin dizaynı olarak algılanması şeklinde görülmesidir (Vera ve diğerleri, 1988).

3. EŞ ZAMANLI MÜHENDİSLİK (CE)

3.1. Eş Zamanlı Mühendislik Kavramının Tanımlanması

Eş zamanlı mühendislik, pazar veya müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak yüksek kaliteli, düşük maliyetli ürünlerin dizaynı, üretimi, geliştirilmesi ve dağıtılması için uygulanabilecek bir metodolojidir. Bu metodoloji, firmanın kaynaklarını ve onun dizayn, geliştirme, üretim, pazarlama, satış ve servislerdeki tecrübesini dizayn çevriminde mümkün olduğunca erken bir araya getirerek, başarılı yeni ürünler yaratmak için uğraşır. Bununla birlikte toplam kalite yönetimi araçları ve teknikleri ile bilgisayar destekli mühendislik, dizayn ve üretim gibi modern mühendislik tekniklerinin uygulamasını da içerir (Cengiz ve Yayla, 1995).

Eş zamanlı mühendisliğin temel bileşeni grup çalışmasıdır. Pazarlama, mühendislik, üretim, kalite mühendisliği, tedarik ve genellikle tedarikçiler şeklinde sıralanabilen temel fonksiyonel organizasyonların bir grubu, müşterilerin ihtiyaçlarını ve beklentilerini tam olarak karşılayan ürünleri sağlamak için, bir ürünün yaşam çevriminin her aşamasında işbirliği yaparak çalışırlar (Cartin, 1993).

Eş zamanlı mühendislik (Concurrent Engineering - CE) ile aynı anlamı taşıyan bazı başka terimler de vardır. Bunlardan birkaçı;

- . Ekip Dizaynı (Team Design)
- . Simültane Mühendislik (Simultaneous Engineering)
- . Üretilbilirlik Mühendisliği (Producibility Engineering)
- . Eş zamanlı Dizayn (Concurrent Design)
- . Bütünleşik Ürün Geliştirme (Integrated Product Design)

şeklinde sıralanabilir (Cengiz ve Yayla, 1995; Ziemke ve Span, 1991).

Batı'da eş zamanlı mühendisliği başlatan şirketler ve Japon şirketleri tarafından sunulan sonuçlar, ürünlerin pazarda daha yüksek talep gördüğü, daha fazla rekabetçi olduğu, daha az mühendislik ve üretim maliyetlerine sahip olduğu ve daha kısa dizayn-dağıtım çevrim zamanına sahip olduğu şeklindedir. Bu, TQM metodolojisinde temel bir eleman olmalıdır. Örneğin, eş zamanlı mühendisliğe öncülük eden Japonlar, Lexus gibi yeni bir otomobilin geliştirilmesini ve dağıtılmasını, normal zamanın üçte ikisinde ve iş gücü harcamalarını yarıya indirerek gerçekleştirmiştir. Bu faktörler tek başına önemli bir pazar avantajı sağlar (Cartin, 1993). Eş zamanlı mühendisliğin asıl konusu ürün geliştirmedir. Ürün geliştirme konusunda verilen bir karar, ürünün yaşam çevrimi üzerinde önemli üretim içi veya üretim dışı etkilere sahiptir. Yapılan bir çalışmada ürün tasarım maliyetinin, toplam maliyetlerin

%5'ine karşılık gelmesine rağmen, bir ürünün yaşam çevrim maliyetinin %70'i tasarım aşamasında belirlenir. Burada ürün yaşam çevrim maliyetleri ürüne ait malzeme, üretim, kullanım, tamir ve hurda maliyetlerini kapsar (Dowlatsahi, 1994).

Bir şirkette ürün geliştirme konusunda farklı departmanlarda benzer mühendislik prosesleri gerçekleştirilmesine rağmen, bu şekildeki farklı faaliyet gruplarının aktivitelerinden farklı veya birbiri ile pek de tutarlı olmayan sonuçlar elde edilebilir. Ancak bu faaliyetlerin ortak amacı, müşteri isteklerini yerine getiren kaliteli bir ürün sunmaktır. Bu gerçek göz önüne alındığında, farklı departmanlarda farklı kişilerce gerçekleştirilen bu ürün geliştirme faaliyetlerinin, çapraz fonksiyonel ekiplerce tek bir elden yürütülmesinin bu amaca ulaşmaya yardımcı olacağı açıktır. Bu yaklaşım, eş zamanlı mühendisliğin esasını oluşturur (Reimann ve Sarkis, 1996).

3.2. Eş Zamanlı Mühendisliğin Tarihçesi

Eş zamanlı mühendislik yeni bir kavram değildir. Otomobil endüstrisinin liderleri (Ford,, Benz, Opel) ve Japon elektronik parça üreticileri bu metodu yıllarca özel bir isim vermeksizin uygulamışlar ve eş zamanlı mühendisliğin iyi bir işletme ve mühendislik fikri olduğunu düşünmüşlerdir (Cartin, 1993).

Eş zamanlı mühendislik, ABD Savunma Bakanlığı'nın güvenilir, servis edilebilir ve maliyet açısından uygun savunma sistemleri elde etme konusuna özel bir önem vermesinden sonra bilhassa popüler olmuştur. ABD'de ürün geliştirme prosesindeki geleneksel yaklaşım, Savunma Bakanlığı'nın belirlenen program çerçevesinde ve bütçe imkânları ile oldukça güvenilir ve servis edilebilir savunma sistemleri talepleri konusundaki beklentileri sonucu, önemli oranda etkilenmiştir (Pourbabai ve Petch, 1994). Bununla birlikte 1980'lerde şirketler, ürün geliştirmede üç temel baskının etkisini hissetmeye başlamıştır. Bunlar;

- . Daha yeni ve yaratıcı teknolojiler,
- . Artmakta olan ürün karmaşıklığı,
- . Daha geniş organizasyonlar,

şeklinde sıralanabilirler.

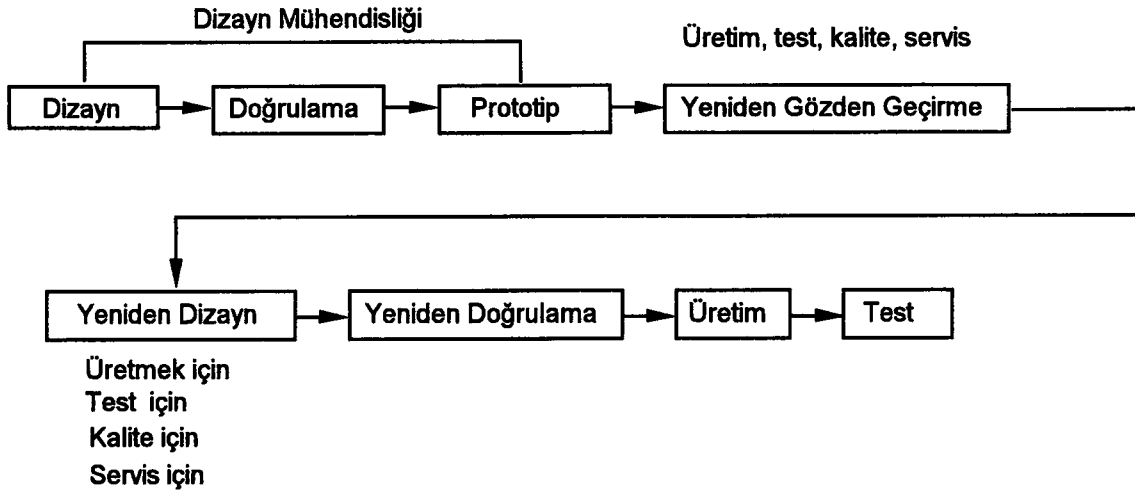
Şirketler, yeni ürün geliştirme metotları aramak için zorlanmışlardır. Eş zamanlı mühendisliğin (Concurrent Engineering-CE) tarihsel gelişiminde en önemli olaylardan bir tanesi, 1982'de DARPA'nın (Defence Advanced Research Project Agency) dizayn prosesinde eş zamanlılığı geliştirmenin yollarını aramak için bir çalışma başlatmasıdır. Beş yıl sonra DARPA'nın çalışma sonuçları basıldığı zaman onlar bunun, diğer gruplar için ileriki

çalışmada baz teşkil edecek önemli bir kaynak olduğunu doğrulamışlardır (Carter ve Baker, 1992).

1986'nın yazında, IDA (Institute of Defence Analyses) raporu R-338, hem ürünün hem de onun seri üretiminin eş zamanlı dizaynının sistematik metodunu açıklamak ve prosesleri desteklemek için, "eş zamanlı mühendislik" terimini ortaya atmıştır. IDA'nın raporu, eş zamanlı mühendisliğin ilk tanımını ortaya çıkarmıştır. Bu tanıma göre, "Eş zamanlı mühendislik, ürünlerin ve ürünlerle ilgili diğer proseslerin eş zamanlı dizaynı ve entegrasyonu konusunda sistematik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, ürün yaşam çevriminin her aşamasında kalite, maliyet, çizelgeleme ve kullanıcı ihtiyaçlarının geliştirmeciler tarafından göz önüne alınmasını amaçlar". Bu tanım şimdi geniş ölçüde kabul edilmiştir. Fakat şirket bunu nasıl uygulayacaktır? Şirket eş zamanlı mühendisliği destekleyecek bir ortamı nasıl yaratabilecektir? (Carter ve Baker, 1992).

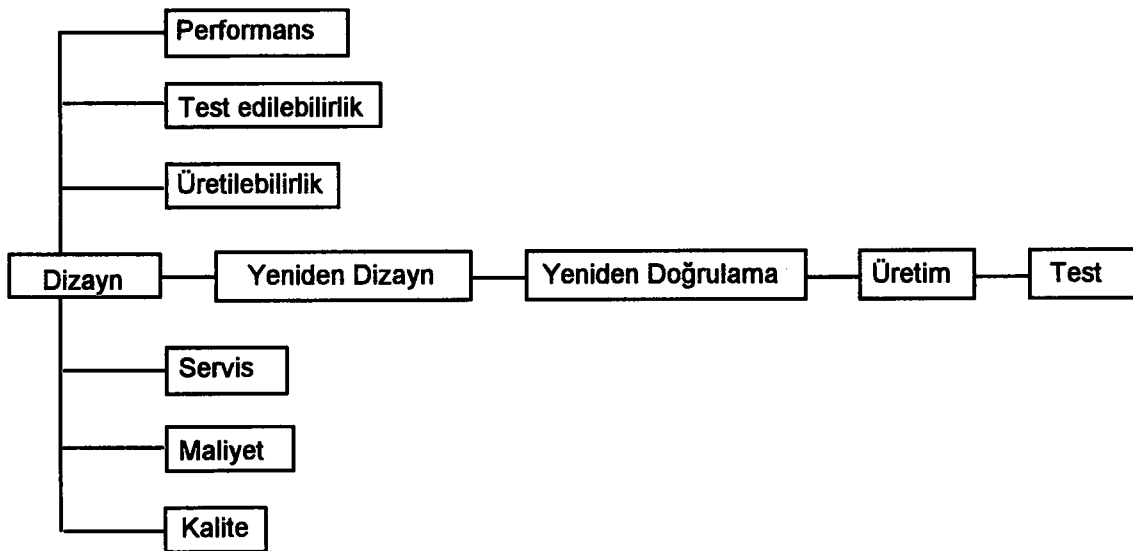
3.3. Seri Mühendislik ve Eş Zamanlı Mühendislik Kavramlarının Karşılaştırılması

Eş zamanlı mühendislik kavramı yaygınlaşmadan önce, bir anlamda ürün geliştirme çalışmalarında seri mühendislik metodu uygulanmıştır. Seri mühendislik, ürün dizayn edildikten, doğrulandıktan ve prototip haline geldikten sonra yalnızca dizayn girdilerini tedarik eden departmanlar tarafından karakterize edilir (Cartin, 1993). Seri mühendislik yaklaşımında ürün geliştirme prosesi, genellikle bir el sıkışma zinciri olarak tanımlanır. Proses içindeki her bir safhanın tamamlanması sonunda gerçekleşen iletişim, bu zincirin halkaları boyunca devam eder. Önce satış mühendisi pazardaki diğer ürünlerden haberdar olur. Müşterilerle, onların ihtiyaçları hakkında konuştuktan sonra ürün hakkında bir fikir ortaya çıkarır. Daha sonra mühendis, fikrini tasarımcı ile tartışabilir veya ona ürünün bir tanımını verebilir. Ürün tanımlandıktan sonra, dizayn mühendisi mümkün olduğunca üretim ile temasa geçmeksiz dizayn bürosunda ürün üzerinde çalışır. Geliştirilmekte olan ürünün boyutları ve karmaşıklığı dizayn sorumluluklarının dağıtımına etki eder. Eğer bir ürün (uçak veya otomobil gibi) oldukça karmaşık ise, bir dizayn mühendisi onun sadece ufak bir parçasını yapmak için atanabilir. Sonuç olarak bu kişi, parçanın nasıl üretildiği ve montajda nasıl kullanıldığı konusu ile doğrudan ilgili olmayabilir. Dizayn tamamlandıktan sonra, proses planını tanımlayan, üretim maliyetlerini belirleyen ve üretim çizelgesini oluşturan üretime yönelik faaliyetler gerçekleştirilmek zorundadır. Malzemeler, makinalar ve takımlar daha sonra satın alma bölümü tarafından sipariş edilirler ve kalite kontrol personeli bir kalite güvencesi programı geliştirir. Son olarak üretimden sonra servis bölümü gündeme gelir (Evans, 1988). Bütün bu faaliyetler birbirini takip ettiğinden, bu tür bir ürün geliştirme prosesi Seri Mühendislik olarak bilinir. Bu kavram, şematik olarak Şekil 3.1'deki gibi ifade edilebilir.



Şekil 3.1. Seri mühendislik (Cartin, 1993).

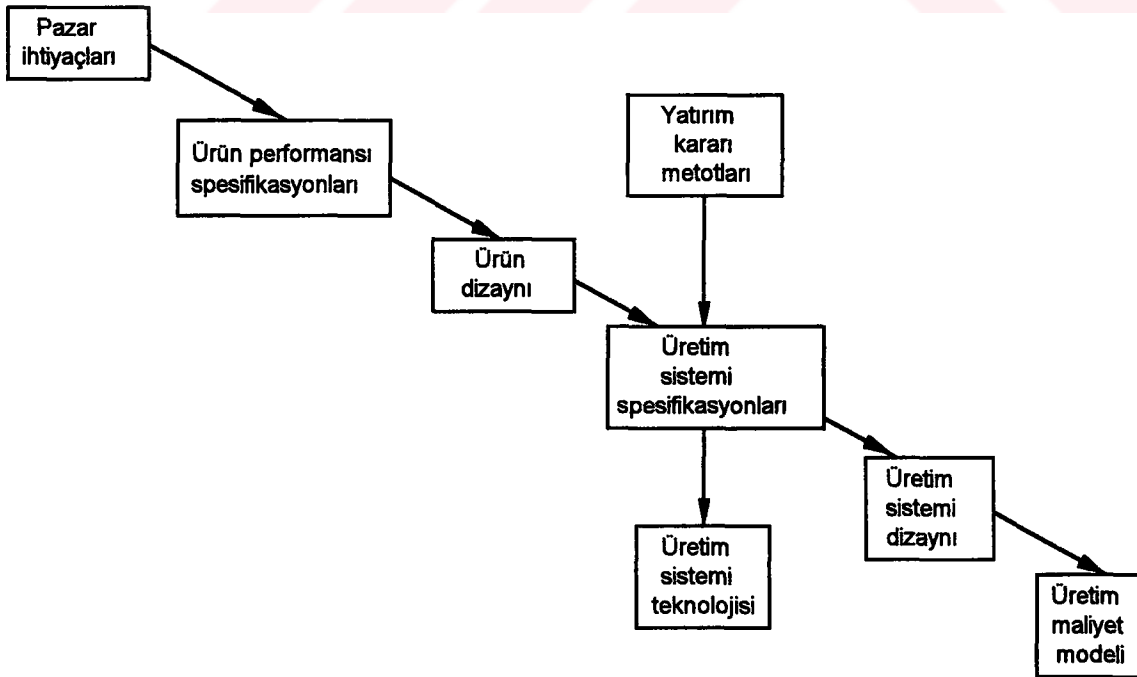
Eş zamanlı mühendislik, organizasyon fonksiyonlarının sıra ile faaliyet gösterdiği seri mühendislikten, ürün dizaynı aşamasında çok fonksiyonlu ekiplerin faaliyet göstermesine dönüşümdür. Dizayn kendi kendine bir son değildir; belirtilen diğer ihtiyaçlara yansıtılmak zorundadır. Ürün geliştirmede, seri mühendislik metodolojisinde karşılaşılan problemleri ortadan kaldırıp ürün geliştirme prosesini daha verimli hale getirmek üzere, eş zamanlı mühendislik yaklaşımı geliştirilmiştir. Eş zamanlı mühendislik, şematik olarak Şekil 3.2'deki gibi gösterilebilir. Şekilden de görüldüğü gibi, ürün dizaynı esnasında eş zamanlı mühendislik alışlagelmiş performans, boyut, ağırlık ve maliyet ile birlikte üretilebilirlik, test edilebilirlik, servis edilebilirlik parametrelerini değiştirmek için farklı disiplinler içerir (Cartin, 1993).



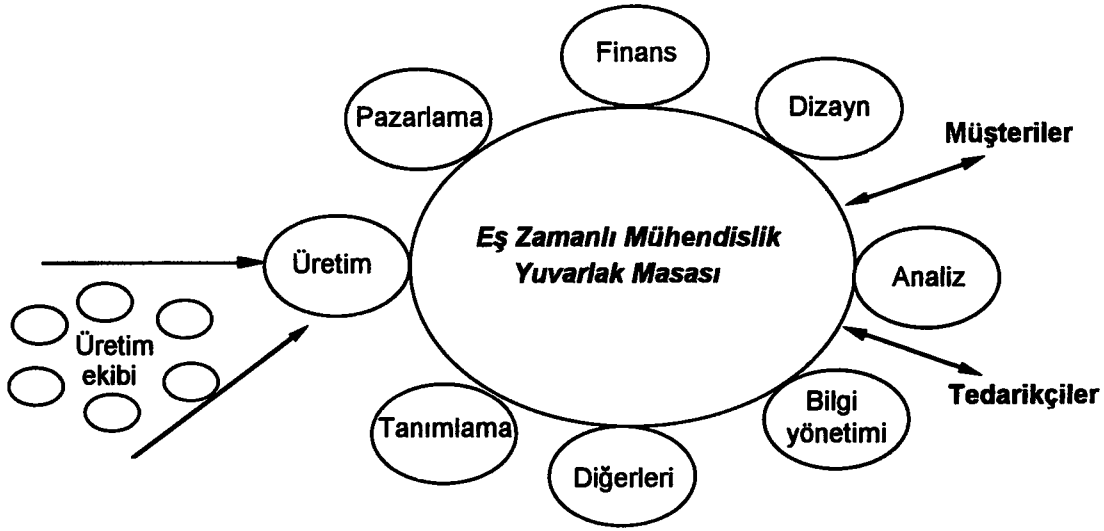
Şekil 3.2. Eş zamanlı mühendislik (Cartin, 1993).

Seri mühendislikte ürünün nasıl üretileceği ve onun maliyetinin ne olacağı, ürün geliştirmenin bir sonraki aşamasına kadar genellikle sorulmaz. Bu noktada üretim ve kalite problemlerini çözmek yerine, dizayn safhası yeniden gerçekleştirilir. Ancak, eş zamanlı mühendislik programına sahip bir firmada üretilebilirlik ve kalite ile ilgili problemlerin pek çoğu dizayn aşamasında tartışıldığından, doğrulama ve yeniden gözden geçirme aşamalarına gerek kalmayacaktır (Evans, 1988).

Eş zamanlı mühendisliğe ait temel kavramlar 1990'lardan sonra su yüzüne çıkmaya başlamıştır. Bu oluşumun esas nedenlerinden ilki, müşterinin ne istediğinin tam olarak anlaşılacak istenmesidir. İkincisi, bir ürünün ve prosesin dizaynını eş zamanlı olarak tartışmak amacı ile farklı bir çok fonksiyonel elemanın bir araya gelebilmesidir. Üçüncüsü ise, üretilebilirlik için dizayn ve montaj için dizayn metodolojileridir. Bu oluşumlardan ilki, Şekil 3.3'de de verilen alışılmış ürün veya proses dizaynının, Şekil 3.4'de verilen eş zamanlı mühendislik ortamına nasıl dönüştüğü ile ilgilidir. Alışlagelmiş ürün dizaynında olaylar, pazar ihtiyaçlarından ürün performans spesifikasyonlarına ve oradan da ürün dizaynına ve nihayetinde de üretim sistemi dizaynına kadar, bir seri halinde birbirini takip etmektedir. Bu şekilde birbirini takip etme, önemli zaman gecikmeleri ve maliyetlere sebep olacak ve günümüz şartlarında önemli pazar kayıplarına yol açacaktır. Bunun önüne geçilmesinin en etkin yolu, Şekil 3.4'de verilen oluşumun gerçekleşmesidir. Burada farklı departmanları temsil eden insanlar, bir çeşit yuvarlak masa etrafında toplanarak dizaynın ilk aşamalarında ürünle ilgili gereklilikleri, bu gerekliliklerin müşteri ihtiyaçları ile kıyaslanmasını ve sonuçta ürün için proses dizaynını görüşürler (Lochner ve Matar, 1990).

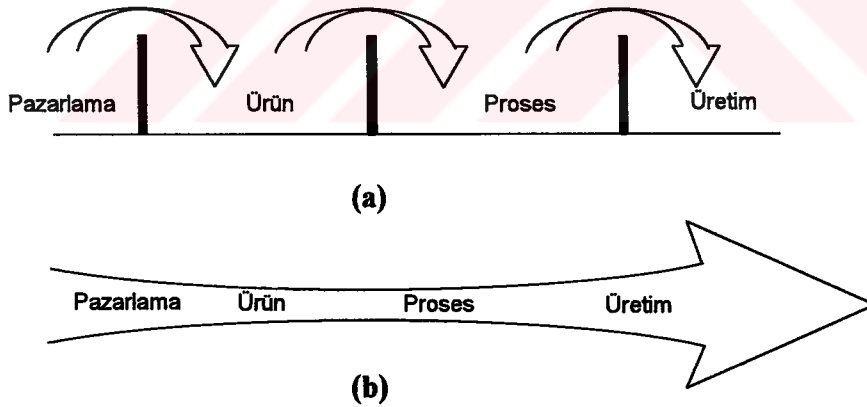


Şekil 3.3. Ürün ve proses geliştirmede geleneksel yaklaşım (Lochner ve Matar, 1990).



Şekil 3.4. Eş zamanlı mühendislik yuvarlak masası (Lochner ve Matar, 1990).

Seri mühendislikte, ürünün pazara ulaşması için farklı departmanlardaki farklı kişiler, farklı mekanlarda birbirlerinden bağımsız hareket etme durumunda kalırlar (Şekil 3.5a). Oysaki Şekil 3.5b'den de takip edilebileceği gibi, eş zamanlı mühendislik sayesinde farklı gruplardan farklı kişiler ürün, proses ve üretim ihtiyaçları ile ilgili konularda uzlaşmak sureti ile müşteri ihtiyaçlarını etkili bir şekilde karşılarlar (Ross, 1988).



Şekil 3.5. a) Seri mühendislik, b) Eş zamanlı mühendislik (Ross, 1988).

Yeni ürünlerin dizaynı için geleneksel yöntemlere güvenen firmalar, dünya çapındaki firmaların rekabet faaliyetleri karşısında hayrete düşmektedirler. Son zamanlarda bilimsel çalışmaların ve akademik araştırmaların pek çoğu ürün geliştirme maliyetleri, çevrim zamanları, üretim maliyetleri, kalite, güvenilirlik ve müşteri tatmini konularında firmalar arasında var olan farklılıklar üzerine odaklanmaktadır.

Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve bazı diğer ülkelerde pek çok firma, eş zamanlı mühendislik başlığı altında yer alan oldukça kaliteli ürün geliştirme ve üretme tekniklerini tamamen adapte ettiklerinden, global rekabet ortamında büyük başarılarla sahip olmaktadır (Shina, 1991).

Ürün geliştirmede geleneksel yaklaşım ile eş zamanlı mühendislik yaklaşımı arasındaki temel farklılık, eş zamanlı mühendislik prosesinin, erken aşamalarda önemli oranda çaba ve kaynak gerektirmesidir. Geleneksel ürün geliştirme yaklaşımında ürün geliştirme, sıralı bir şekilde sürdürülür. Eş zamanlı mühendislikte ise, ürün geliştirme eş zamanlı olarak sürdürülür. Ürün geliştirme süreci maliyetleri geleneksel yöntemle kıyasla, eş zamanlı mühendislikte daha düşüktür (Reimann ve Sarkis, 1996).

3.4. Ürün ve Proses Dizaynında Toplam Kalite Yönetimi ve Eş Zamanlı Mühendislik Yaklaşımı

Kalite konusunda Batı'da yazılmış kitaplar kalite sistemini iki kısma ayırırlar: *Kalite dizaynı* ve *uygunluk dizaynı*. Dr. Taguchi bu iki kısmı sırası ile *off-line kalite kontrol* ve *on-line kalite kontrol* olarak isimlendirmiştir (Lochner ve Mater, 1990).

Off-line kalite kontrol aşağıdaki konuları kapsar:

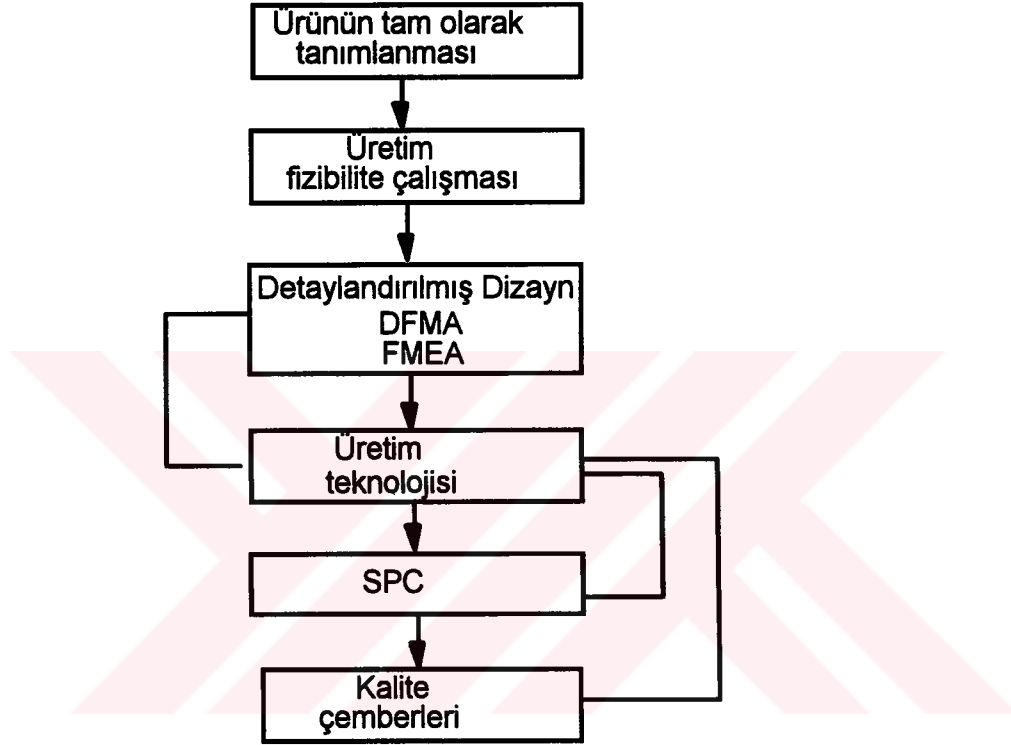
1. Müşteri ihtiyaçlarını ve beklentilerini doğru bir şekilde tespit etmek,
2. Müşteri beklentilerini karşılayacak bir ürün dizayn etmek,
3. Sürekli bir şekilde ve ekonomik olarak üretilebilen bir ürünü dizayn etmek,
4. Üretim için açık ve uygun spesifikasyonlar, standartlar, prosedürler ve ekipman geliştirmek.

Off-line kalite kontrolün iki aşaması vardır. Bunlar *ürün dizaynı* ve *proses dizaynı*dır. Ürün dizaynı sırasında yeni bir ürün geliştirilir veya var olan bir ürün modifiye edilir. Burada amaç, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak, üretilebilir bir ürün dizayn etmektir. Proses dizaynı aşamasında ise, ürün dizaynı aşamasında geliştirilen spesifikasyonları karşılamak için, üretim ve proses mühendisleri üretim proseslerini geliştirirler. Yukarıda belirtilen faaliyetlerden 1., 2. ve 3. 'sü ürün dizaynının birer parçasıdır. 4. faaliyet, proses dizaynı aşamasında yer alır. Taguchi, off-line kalite kontrolünün iki aşamasının her birinin içinde kaliteyi sağlamak için üç adımlı bir yaklaşım geliştirmiştir. O, bu adımları *sistem dizaynı*, *parametre dizaynı* ve *tolerans dizaynı* olarak adlandırmıştır.

On-line kalite kontrol, proses dizaynı esnasında geliştirilen prosedürleri kullanarak ürün dizaynı esnasında oluşturulan spesifikasyonlar doğrultusunda ürünlerin üretilmesi konusu ile

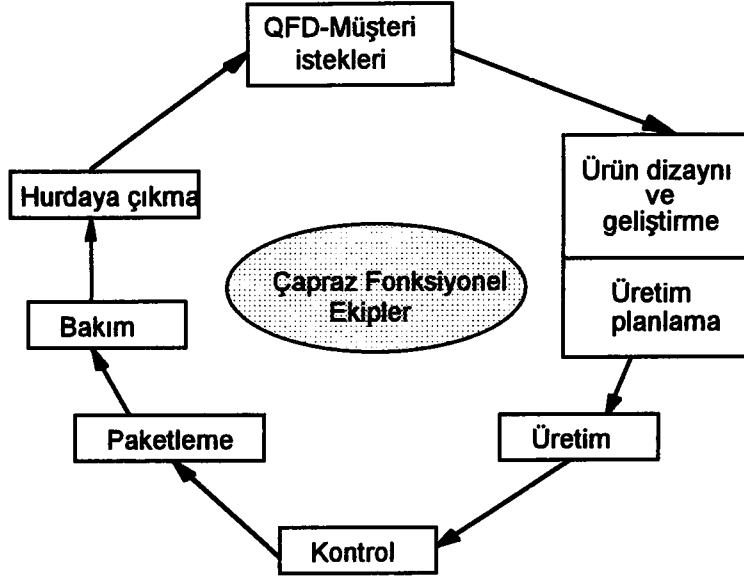
ilgilenir. Taguchi, on-line kalite kontrol için iki aşama ortaya koymuştur. Birinci aşama olan *üretim kalite kontrol metotları* üç şekle sahiptir. Bunlar *proses tetkiki ve ayarlaması*, *tahmin ve düzeltme*, *ölçüm ve harekete geçmedir* (Lochner ve Mater, 1990).

Hartley'e (1992) göre kalite, mühendislik ve off-line kalite kontrol ile başlar; kalite çemberleri bu yaklaşımı sürdürür ve on-line kalite kontrol ise son aşamadır, Şekil 3.6.



Şekil 3.6. Kaliteyi oluşturan aşamalar (Hartley, 1992)

ISO 9000 tarafından ortaya konan ve eş zamanlı mühendislik ile uyum sağlayan kalite döngüsü, toplam kalite kontrol kavramı ile de uyumludur. Eş zamanlı mühendislikte olduğu gibi bir ürünün tüm yaşam çevrimini kapsayan bu tipik kalite döngüsü, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini belirleyen QFD ile başlar ve ürünün kullanım dışı olması ile son bulur (Şekil 3.7). Ancak bir merkezden yoksun olan bu normal döngü, motivasyondan da yoksundur. Eş zamanlı mühendislikte ise, çapraz fonksiyonel ekipler bu boşluğu doldurur ve kaliteyi ürüne ve sisteme aktarır (Hartley, 1992).

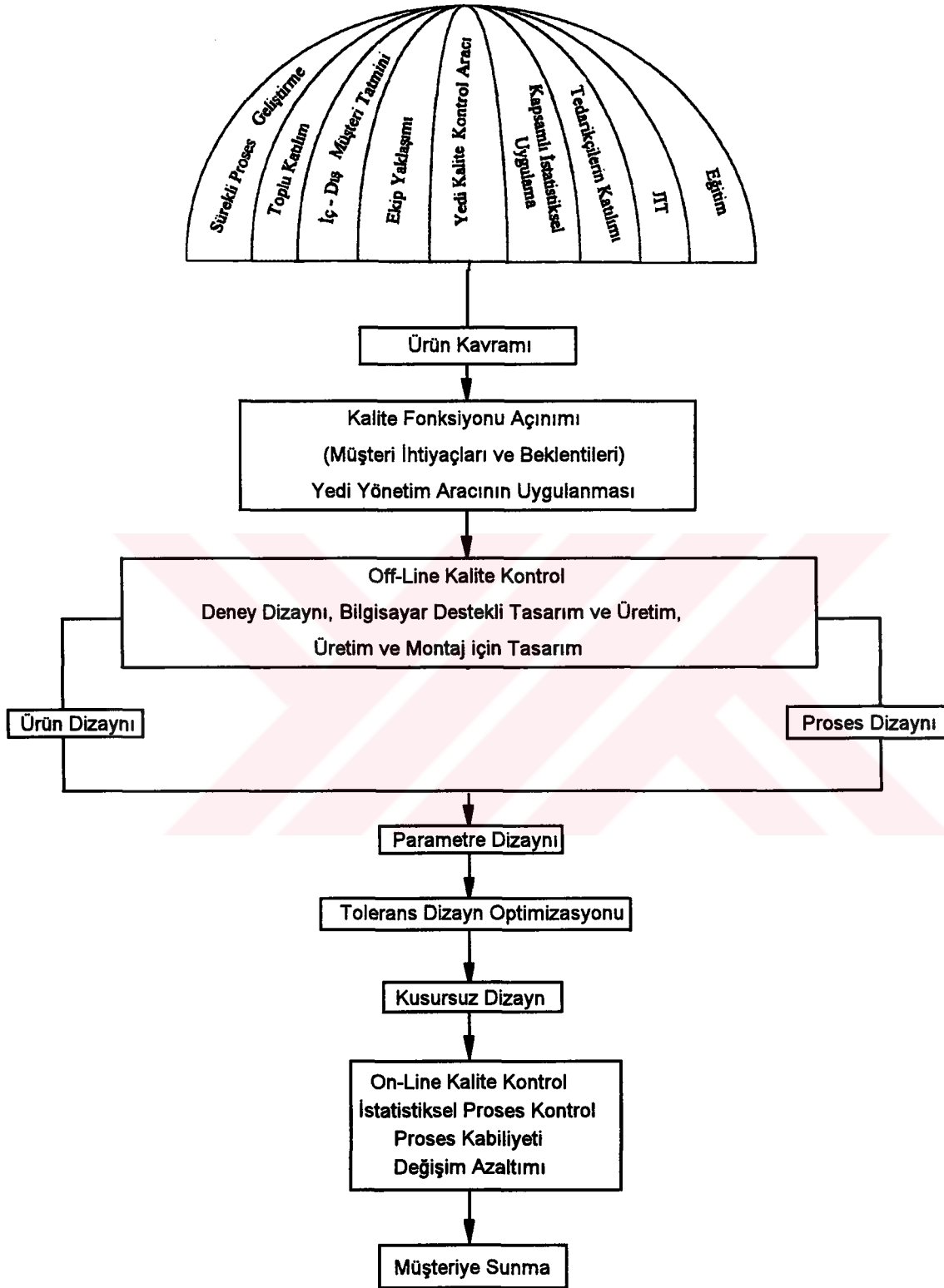


Şekil 3.7. Ürünün tüm yaşam çevrimini kapsayan tipik bir kalite döngüsü (Hartley, 1992).

Eş zamanlı mühendislik, Taguchi'nin "off-line" ve "on-line" metodolojilerinin genişlemesidir. Taguchi'nin özellikle üzerinde durduğu nokta, üretim ve müşteri kullanımı esnasında ürün performansını belirleyen bu parametrelerin nominal değerlerini tespit etmek için parametre dizaynı gibi bir dizayn adımının başlatılmasıdır. Bunlar aynı zamanda hem ürün performansını hem de yüksek proses çıktısını sağlamak için, üretimin kontrol etmek zorunda olduğu parametre değerleridir. Bu metodolojide temel araç, "Deney Dizaynı (Design of Experiment -DOE)"dir (Cartin, 1993).

İstatistiksel proses kontrolün (Statistical Process Control-SPC) üretimdeki rolü, önemli parametrelerin nasıl iyi kontrol edildiğini göstermektir. Eş zamanlı mühendislik, ürünün dizayn-üretim çevriminde uygulanan TQM felsefesinin açık bir yansımasıdır. Yeni ürünlerin, sadece teknik departmanların bir faaliyeti olmadığı kabul edildiğinde karşımıza yeni bir yönetim biçimi çıkmaktadır. Bu, tüm organizasyonun bir şirket evliliğidir. Bunun başarılı olması için grup çalışmasına, teknik rekabet ve yenilikçilik kadar değer verilmelidir. Dizaynın amacı, sadece en mükemmel performans olmayıp, aynı zamanda en iyi toplam kalite de olmalıdır.

Günümüzde eş zamanlı mühendislik olarak bilinen Taguchi yaklaşımının yansıması Şekil 3.8'deki gibi sistematize edilebilir (Cartin, 1993).



Şekil 3.8. Toplam kalite yönetimi ve ürün - proses dizaynının eş zamanlı mühendislik süreci (Cartin, 1993)

3.5. Eş Zamanlı Mühendislik Metodolojisi'nin Uygulanmasını Gerektiren Nedenler

- *Günümüzün değişmekte olan ürün geliştirme ortamı*

Günümüzde sanayi ve ticaret dünyasını tek bir kelime ile ifade etmek gerekirse, bu kelime "rekabet" olacaktır. Sanayileşmiş ülkelerin giderek artması ve çok uluslu şirketlerin büyümesi ile global rekabet şartları gittikçe ağırlaşmıştır. 2000'li yıllara yaklaşırken endüstri ve ticaretin içinde bulunduğu rekabet koşulları, kuruluşları yönetim modellerini gözden geçirmeye zorlamıştır. Taylor'cu yönetim modelinde birbirinin karşıtı olarak görülen maliyet-kalite-hız üçlüsü, yeni yönetim anlayışında birbirlerini bütünleyen faktörler haline gelmiştir (Griffin ve Hauser, 1992).

Teknolojik gelişmenin yaygınlaşmadığı 1960'lı yıllarda rekabet gücünün temel ögesi, üretim üstünlüğü olmuştur. Geniş pazarlara büyük hacimde üretim ile açılabilen firmalar, kitle üretimi ve ölçek ekonomisinin avantajlarından azami oranda yararlanarak rakiplerini geride bırakmışlardır.

1970'li yıllarda üretim girdilerini diğerlerine göre daha ucuz sağlayan ülkeler, uluslararası pazarlara düşük fiyatlı mallarla girerek yerleşik sanayi devletlerinden pay almaya başlamıştır.

1980'li yıllarda ise, rekabette kalite boyutu yerini almıştır. Alım gücü yüksek olan, ucuz ve bol ürünlere doyan kitleleri cezbeden artık kaliteli ürünler olmuştur.

1990'lı yıllarda ise, rekabette hız faktörü gündeme gelmiştir. Pazarlar kaliteli ürünleri ve hizmetleri benimserken, kalitenin ikinci boyutu olan dizayn da en önde yerini almış; müşterilerin beğenisini kazanan yeni, çeşitli ve farklı fonksiyonlar içeren ürünleri en hızlı şekilde pazara sunan firmalar kazanmıştır.

Müşterinin beğenisini kazanan yeni, farklı ve çeşitli fonksiyonlar sunan ürünleri, en çabuk şekilde pazara arz edebilmenin rekabet gücünü arttırmasının ardında, tüketici tatmininin doğası yatmaktadır. Tüketicinin herhangi bir mal veya hizmetten beklediği kalite unsurları karşısındaki davranışı, Şekil 3.9'da görülen "kano yaklaşımı" ile açıklanmaktadır.

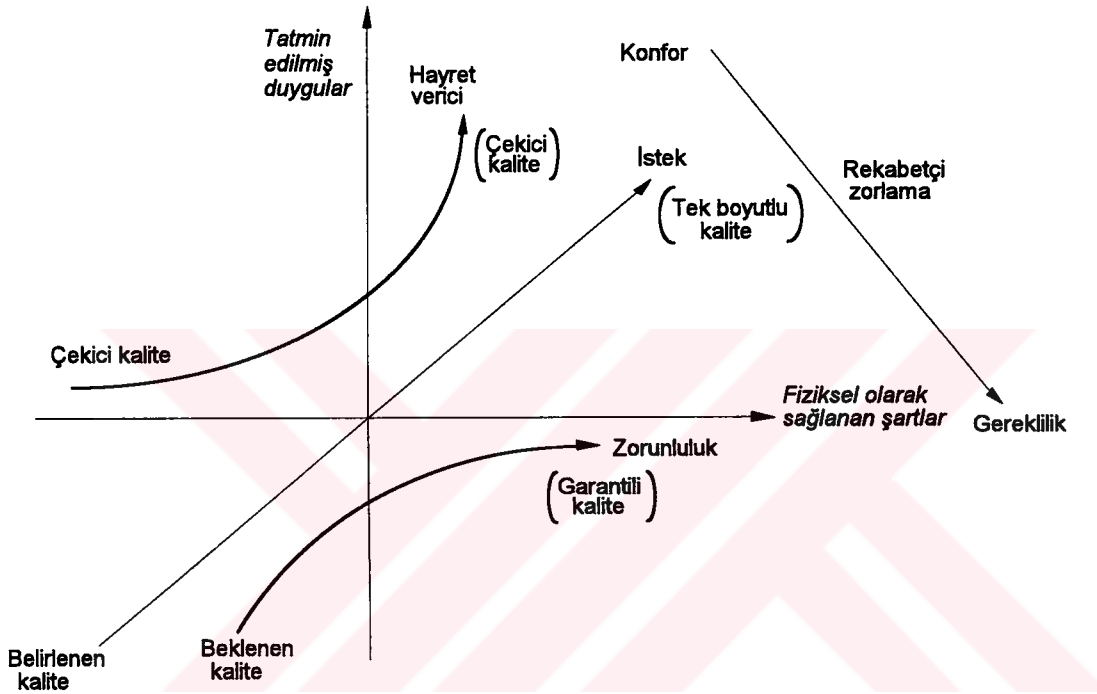
Bu şekilde,

Çekici kalite: Olduğu zaman beğenilen, olmadığı zaman aranmayan kalitedir. Bu tür kalite unsurları, tüketicinin daha önce karşılaşmadığı fonksiyonlardır.

Tek boyutlu kalite: Olduğu zaman beğenilen, olmadığı zaman aranılan kalitedir.

Beklenen kalite: Olması beklenen, olmadığı zaman aranılan kalitedir.

Tüketicinin kalite unsurlarından tatmini dinamiklidir. Diğer bir deyişle, çekici kalite sınıfındaki kalite unsurları, zaman içinde beklenen kalite sınıfına girer. Teknolojik gelişmenin hızlanması bu dinamizmi arttırmıştır. Bunun ötesinde, korumacı eğilimlerin azalması, bu değişimin çok daha hızlı olması sonucunu doğurmaktadır (Griffin ve Hauser, 1992).



Şekil 3.9. Tüketici tatmini ile sunulan kalite fonksiyonu arasındaki ilişki - Kano yaklaşımı (Cartin, 1993)

- **Teknoloji:** Günümüzde pratik amaçlar için uygulanan bilginin ve teknolojinin hızı, kontrol edilemeyecek kadar hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu yüzden firmalar, yeni uygulamalar ve ürünlerle sonuçlanan yeni bir teknolojiyi oluşturacak bilgiyi yakalayabilmek, sunabilmek, temsil edebilmek, yönlendirebilmek, yeniden kullanabilmek ve birleştirebilmek için çaba sarfetmelidirler.

AR-GE faaliyetlerine tam anlamıyla kaynak temin edilmediğinde, bir firma pazar payını kaybedebilir. Temel araştırmalara yapılan yatırım, bir firmanın uzun dönemli ekonomik büyümesi için önemlidir. Amerika, AR-GE'ye yapılan toplam harcama ve elde edilen patent sayısı yönünden diğer ülkelerden öndedir. Ancak bu liderlik çoğu kez, ticari rekabet ürünlerinin meydana gelmesinde yardımcı olamamıştır. Bunun nedenleri; Amerikan firmalarının, ürünlerinin dizaynı, üretimi, pazarlanması ve dağıtımını içeren mükemmel prosesler

retmede sergiledikleri başarısızlık olarak açıklanabilir. Bu başarısızlık, yüksek kaliteli ve düşük maliyetli ürünlere hemen dönüşemeyen teknolojik keşiflerle sonuçlanır (Carter ve Baker, 1992).

Geliştirilen teknolojinin, Şimdi ve gelecek için oldukça başarılı olması ve tam zamanında ortaya çıkması için, bir firmanın aşmak zorunda olduğu  spesifik engel vardır. Bunlar;

- . Uzun dönemli global bir vizyon yaratmak,
- . Toplam rn geliştirme prosesi ile AR-GE faaliyetlerini bütünleştirmek,
- . "Burada geliştirilmedi" düşüncesinin üstesinden gelmek

şeklinde sıralanabilir.

Uzun dönemli global bir vizyona sahip olmayan firmalar bilgi toplama, eğitim, mevcut iş gücü potansiyelini geliştirme çalışmalarına ve AR-GE faaliyetlerine gerekli yatırımı yapmazlar. Böyle bir firma için uzun dönemin neticesi büyüme değil, günü gününe kriz yönetimidir. Tatmin olmamış çalışanlar, firmanın gelişmesine nasıl katkıda bulunabileceklerini bilemeyeceklerdir. Çünkü onların fikirlerini şekillendirmede kullanabilecekleri ayrıntılı ve uzun dönemli bir vizyon yaratılmamıştır. Kullanıcılar tutarsız kaliteye sahip, entegrasyonu olmayan bir ürün çizgisine sahip olacaklardır. rnlerin retiminde yeni teknolojiler kullanılmayacağından pazarda etkin rekabet oluşmayacaktır.

AR-GE faaliyetleri, mühendislik ve üretim prosesleri dizaynı ile eş zamanlı olarak ilerlemediği zaman, yeni bir ürün geliştirme prosesine ihtiyaç duyulacaktır. AR-GE ile ilgili bir fikir, ürün geliştirme ortamına doğru yayılacak bir dalga gibi olmalıdır. Bu dalga üretime, pazarlamaya ve diğer alanlara ulaştığında ikincil dalgaları yaratacaktır.

Firmalar, elemanlarını konferanslara ve ticari fuarlara göndererek veya onların rekabetcileri ziyaretlerine izin vererek gerekli olan teknolojileri, teknik ve ticari bilgileri elde etmeye çalışmalıdır. Bu, rekabet edebilirlik yeteneğini arttıracaktır (Carter ve Baker, 1992).

- **Araçlar:** Dizayn aralarındaki ve teknolojilerindeki gelişme, daha iyi ürünlerin daha hızlı üretimi ile rekabet edilebilir taleplere cevap vermek için gereklidir.

Araçların verimli ve standardize edilmiş olarak kullanımının artması işlerin hata yapmaksızın, tekrara gitmeksizin ve zaman kaybetmeksizin yapılmasını sağlar. rn geliştirme ortamı daha da karmaşık bir hale geldiğinde bilgi iletişiminin geleceği, etkileşimli olarak standardize edilmiş bir bilgi yönetim sistemine bağlı i işletimli araçlara dayanacaktır (Carter ve Baker, 1992).

- **Görevler:** Araçlardaki ve teknolojiadaki gelişme, çalışanların iş sorumluluklarında değişime sebep olacaktır. Kapasiteleri ve sınırları verilen bir araç, çalışanın belirli bir alanda yoğunlaşmasına yardımcı olabilir veya işi çeşitlendirebilir.

Fikirlerin ve verinin ürün geliştirme ortamına yönelik olarak özgür ve yaratıcı bir şekilde akışına izin verecek iletişim yolları yok ise, gücün yoğunlaşması ve bilginin birbirini takip etmesi zor olabilir. Dizayn hatalarının erken bir şekilde teşhis edilmesi ve etkilerinin en aza indirilmesi gibi karmaşık görevlerin iyi yönetilmemesi ve tamamen ürün geliştirme prosesi ile bütünleştirilmemesi, problem yaratır. Otomasyon, karmaşık görevleri etkin bir şekilde yönetmek için firmaya yardımcı olabilir. Bunun sonucunda önemli maliyet kazançları ve daha kısa ürün dizayn çevrimi gerçekleşecektir (Carter ve Baker, 1992).

- **Yetenek:** Gelecekteki büyüme için, dışarıdaki ürün geliştirme ortamına ulaşmak ve bu konuda yetenek geliştirmek firmaların sorumluluğudur. İhtiyaç duyulan yetenek seviyeleri, teknoloji geliştikçe yükselmektedir. Ürün geliştirme ortamı, firmaya bağlı kalacak potansiyel çalışanları eğitim programına almayı kapsamalıdır.

Firmanın faaliyetleri içinde konumlarının nerede olduğunu bilmeksizin ürün dizaynı yapan mühendislerden gelen şikayetler, başarılı bir ürün geliştirme ortamında duyulmaz. Üretim ve dizayn mühendisleri, pazarlama ve yönetim ile birlikte çalışırlar. Bunun sonucunda mühendislik çalışmaları daha geniş bir tabana oturur, daha iddialıdır ve daha yüksek kişisel tatmin ile sonuçlanır (Carter ve Baker, 1992).

- **Zaman:** Rekabetçi avantaj, sürekli olarak hareket eden bir hedeftir. Şirketler avantajın tek bir özelliğine saplanmamalıdır. Günümüzde zaman, lider olarak kalmada önemlidir. Lider şirketlerin üretimde, yeni ürün geliştirmede ve sunmada, satışta ve dağıtımda zamanı kullanma yolları, rekabetçi avantajın en güçlü ve en yeni kaynaklarını teşkil eder. Gerçekte stratejik bir silah olan zaman, kaliteye, paraya, verimliliğe hatta yeniliğe eşdeğerdir. Zamanın en iyi şekilde kullanılması, büyük Japon şirketlerine yalnızca maliyetleri düşürme konusunda değil, daha çok pazar payı elde etme ve kendi ürünlerinin teknolojik mükemmelliklerini iyileştirme konularında da yardımcı olmaktadır. Bu şirketler zaman esaslı rekabetçilerdir (Stalk, 1988).

Bir firmanın başarısı için geleneksel model, "en düşük maliyet ile en yüksek faydanın sağlanması" şeklindedir. Yeni model ise, "en kısa zamanda en düşük maliyet ile en yüksek faydanın sağlanması" şeklinde ifade edilir. Yönetim kararları vermede, yeni ürünler geliştirmede ve siparişleri müşterilere ulaştırmada daha yüksek hıza sahip olma, firmalara önemli bir rekabet avantajı sağlayacaktır. Hızlı tepki zamanlarına sahip firmaların daha yüksek maliyetlere sahip olduğu ancak, rakiplerinden daha fazla yenilikçi olduğu görülür.

Üst düzey yöneticileri teknoloji, araçlar ve yetenek gibi değişimin güçlerini ürün geliştirme ortamında zamanı kısaltan kaynaklara dönüştürmek zorundadır (Carter ve Baker, 1992).

Yeni ürünleri rakiplerinden üç kat daha hızlı arz edebilen bir şirket, büyük bir rekabet avantajına sahiptir. Günümüzde Japon üreticilerin, çeşitli ürünler için sahip oldukları rekabet avantajının kaynakları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Stalk, 1988):

- Dev ekranlı televizyonda: Japon üreticiler, Amerikalı üreticiler tarafından ihtiyaç duyulan zamanın üçte birinde yeni bir televizyon geliştirebilirler.
- Ticari plastik enjeksiyon kalıplarında: Japon şirketleri, Amerikalı rakiplerinin ihtiyaç duyduğu zamanın üçte birinde ve üçte bir maliyetle kalıpları geliştirebilirler.
- Otomobillerde: Japon şirketleri, Amerikalı ve Alman rakiplerine göre, ihtiyaç duyulan zamanın ve işgücünün yarısı ile yeni ürünler geliştirebilirler.

Hızla ilerleyen yenilikleri tamamlayabilmek için lider durumdaki Japon üreticileri, esnek üretime tamamen paralel yaklaşımda olan bir dizi organizasyonel teknik ortaya koymuşlardır. Bunlardan birkaçı aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Üretimde Japonlar, kısa üretim süreleri ve küçük parti büyüklükleri üzerinde önemle dururlar. Yeni ürünler konusunda onlar, daha az sıklıkla yapılan daha önemli ilerlemeler şeklindeki Batı'lı yaklaşıma karşı, daha fazla sıklıkla yapılan daha küçük çaplı ilerlemeleri tercih ederler.
- Ürün geliştirme işinin organizasyonunda Japonlar, çapraz fonksiyonel ekipler kullanırken, pek çok Batı'lı yeni ürün geliştirme faaliyeti, fonksiyonel merkezler tarafından gerçekleştirilir.
- İşin çizelgelenmesinde, Japon fabrikaları yerel sorumluluk üzerinde önemle dururlar, yalnızca ürün geliştirme çizelgelemesi bir merkezden idare edilir.

Amerikan şirketleri yeni ürün geliştirme ve sunma çevrimlerini 36-48 aydan 12-18 aya düşürmedikçe, Japon üreticiler onları, kolaylıkla yenilik dışı ve icraat dışı bırakacaklardır. Yenilikte inisiyatif alma, öncekinden daha hızlı çevrim zamanları gerektirecektir (Stalk, 1988).

Toplam çevrim zamanı sadece dizayn ve üretimi değil, ürünün dizaynından tesisine ve dağıtımına kadar tüm prosesleri içerir. Bu zamanı %50'ye ve hatta daha aşağılara düşürmek maliyette, kalitede ve prodüktivitede iyileştirmeleri hızlandıracaktır. Rekabet edebilirlik

geçmişe kıyasla daha da önemlidir. Ürün ve servisler artan bir sıklıkla ve çeşitte pazara ulaşırlar. Ürün geliştirme çevrimleri daha kısadır. Yani firmalar, ürün geliştirme ortamlarını hantallıktan çıkararak hızlı tepki için yapılandırmak zorundadırlar (Carter ve Baker, 1992).

1990'ların başarılı firmaları, en yüksek kaliteli, en düşük maliyetli ürünleri en kısa sürede pazara arz ederek, rekabet üstünlüğü sağlamak için ihtiyaç duyulan değişiklikleri (günümüzün değişmekte olan ürün geliştirme ortamı, teknoloji, araçlar, görevler, yetenek ve zaman) yönetmeyi öğrenmişlerdir. Yönetim faaliyetinin etkinliğini arttırmak için firma, eş zamanlı mühendisliği kullanan bir ürün geliştirme ortamına sahip olmak zorundadır. Basitçe söylemek gerekirse, 1980'lerin seri ve parçalara ayrılmış ürün geliştirme ortamının, 1990'ların eş zamanlı mühendislik ortamına dönüştürülmesi bir zorunluluktur (Carter ve Baker, 1992).

3.6. Eş Zamanlı Mühendislik Ortamının Boyutları

Eş zamanlı mühendislik ortamının birbirinden bağımsız, ancak etkileşim içinde olan dört boyutu vardır. Bu boyutların şekli ve göreceli dengesi sürekli olarak değişir. Bu değişim ürüne ve mevcut pazar güçlerine bağlıdır. Dört boyutun kavranması, firmanın eş zamanlı mühendislik ortamına dönüşümünü mümkün ve yönetilebilir kılar. Her bir boyut hakkındaki özet bilgiler şöyledir:

- **Organizasyon:** Bu boyutu iki yönetsel özellik etkiler ve şekillendirir. Bunlar yöneticiler ve ürün geliştirme ekipleridir. Yöneticiler sayıları, üyeleri ve disiplinleri ürünün karmaşıklığına dayanan ürün geliştirme ekiplerini yaratmak, güçlendirmek ve desteklemek zorundadırlar. Ürün geliştirme ekipleri, kendi dizayn kararlarında yetki ve sorumluluk hissetmeli ve her bir üye, ekibin bir bütün olarak neye karar verdiğini özümsemelidir.

- **İletişim alt yapısı:** İyi bir iletişim her zaman önemlidir. Sağlam bir iletişim alt yapısı insanlar, fikirler, spesifikasyonlar, prosesler arasındaki etkileşimi ve geri beslemeyi mümkün kılar. Diğer üç boyuttan gelen ilgili bilgiler bu boyuta nüfuz etmeli ve ekip üyeleri ihtiyaç duyduğunda ulaşılabilir olmalıdır.

- **İhtiyaçlar:** Bu boyut zaman içinde belli bir anda belli bir şekle sahiptir. Bunlar bir ürün için müşteri, şirket ve endüstriyel ihtiyaçların tümüdür. Bu boyutun özellikle ilgilendiği konu müşteri ihtiyaçlarıdır. Bir dereceye kadar çoğu ihtiyaçlar, müşteri ihtiyacını etkileyen faktörler olarak algılanmalıdır. Bir firma müşteri isteklerini tesbit etmeli, müşterinin ürünü elde ettiğinden, onun firma standartlarını ve dış endüstriyel standartları sağladığından emin olmalıdır. Uygun planlama yöntemlerini kullanmak ve geleceği planlamak iki önemli

ihtiyaçtır. Tüm bu ihtiyaçlar diğer boyutlar üzerinde yönlendirici etkiye sahiptir, bu boyutu harekete geçiren etkili bir dizayndır.

- **Ürün geliştirme:** Firmalar ve ürünleri için bu boyut oldukça kararlı bir çizgiye sahiptir. Bunun nedeni, dizayn kavramından üretim ve desteğe kadar, firmanın toplam ürün geliştirme sürecinde birleşik bir vizyona sahip olmasıdır. Bu yaklaşım, dizaynın ilk aşamasında alt akış proseslerini göz önüne alır ve ürün geliştirme proseslerini iyileştirmek için sürekli olarak çaba sarfeder.

Her bir boyutun diğerleri ile oldukça uyum içinde olduğu dengeli bir eş zamanlı mühendislik ortamı çok yaygın değildir. Böyle bir ortam, tek kişinin çalıştığı işletmelerin dışında nadiren mevcuttur. Tipik olarak daha geniş şirketler, eş zamanlı mühendisliğin boyutlarını sürekli olarak incelemek ve diğerleri ile dengeye getirmek için, her birini ayarlamak zorundadırlar. Her bir boyutun tüm ortamı güçlendiren ve etkileyen kendi iç faktörleri vardır. Dikkat edilmesi gereken tuzak, bir boyutta problemin çözülmesinin, başka boyutta da problemin çözülebileceğinin kabulüdür. Örneğin, müşteri taleplerinin değişimi, iletişim alt yapısındaki problemleri çözmez. Benzer şekilde, ürün geliştirme problemlerinin çözümü, ürün geliştirme ekiplerini güçlendirmez.

Eş zamanlı mühendislik ortamının organizasyon ve iletişim alt yapısı boyutları, felsefi birer kavramdır. Bunların oluşturulması, etkili ekipleri nelerin oluşturduğuna, yetki ve sorumluluğun sınırlarına ve iletişimde en etkili yöntemin ne olduğuna karar veren ve genellikle en üst düzey yönetimde görevli kişi veya kişilere bağlıdır. İhtiyaçlar ve ürün geliştirme boyutları, metodolojik birer kavrama sahiptir. Müşteri ihtiyaçlarını tesbit etmek ve aynı zamanda bir ürünü geliştirme süreci ile bütünleştirmek için belirli bir yöntem takip edilmek zorundadır. Eş zamanlı mühendislik ortamı bir anlamda, organizasyon ve iletişim gibi felsefi boyutlarla, ihtiyaçlar ve geliştirme süreçleri gibi metodolojik boyutların çakışmasıdır (Carter ve Baker, 1992).

Haynes ve Frost (1994) hızlı ürün geliştirme sürecinin başarılı olabilmesi için aşağıdaki dört konunun önemli olduğunu vurgulamıştır:

Organizasyonel konular,

- Yatay hiyerarşik bir yapılanma,
- Çok disiplinli ekipler geliştirme ve yönetme,
- Sürekli iyileştirme süreci,
- Endüstriyel ağlar oluşturma ve kullanma,
- Stratejik ürün planlama,

Teknikler,

- Proses planlama,
- Kalite Fonksiyonu Açınımı (QFD),
- Üretim ve Montaj için dizayn (DFMA),
- Parametrelerin Dizaynı ve Deney Dizaynı,
- Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA),
- Rekabetçi Kıyaslama Yöntemi (Benchmarking)

Teknoloji,

- Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD)
- Hızlı prototipleme,
- Bilgisayar Destekli Mühendislik (CAE)
- Bilgisayar Destekli Üretim (CAM)

Metot,

- Müşteri şirketlerin değerlendirilmesi,
- Müşteri şirketlerin hızlı ürün geliştirme konusunda eğitilmeleri ve yönlendirilmeleri,
- İç ve dış kaynakların yönetimi,
- Problem algılama ve çözme,
- Sonuçların değerlendirilmesi ve prosesin gözden geçirilmesi,
- Bir sonraki pilot çalışmanın belirlenmesi ve gerçekleştirilmesi.

3.7. Eş Zamanlı Mühendisliği Başlatma (Uygulama) Adımları

Eş zamanlı mühendislik metodolojisini başlatmak kolay değildir. Bunun nedeni, bu metodolojinin insanların düşünmekte ve uygulamakta olduğu inançlarının değişimini içermesidir. Güç problemleri çözmek için eğitilmiş olan ve bağımsız kararlar verebilen, oldukça zeki ve eğitimli teknik bir ekiple dahi bu tür bir uygulamayı başlatmak bazen zor olabilir. Ancak bu yapılmak zorundadır ve yapılabilir (Cartin, 1993). Eş zamanlı mühendisliği organizasyonun tümünde uygulamak için gerekli ilk şey, kararlılıktır. Bu kararlılık üst yöneticiler tarafından sergilenmelidir. Aksi takdirde işletme içinde kabul görmez (Gatenby ve diğerleri, 1994).

Eş zamanlı mühendislik faaliyetleri başlatılmadan önce bir çok adım gereklidir ve bu proses, üst yönetimin bu konudaki kendi kararlılığını ortaya koyması ile başlar. Bu adımlar Şekil 3.10'da verilmiş olup, şu şekilde sıralanabilir:

1- İlk adım eş zamanlı mühendislik kavramı, elemanları, prosesi ve faydaları için en üst seviyedeki kilit yöneticileri ve teknik karar vericileri ortaya çıkarmaktır. Toplam kalite yönetimini uygulayan şirketler, eş zamanlı mühendisliğin, TQM felsefesinin özel ve geniş bir uygulaması olmasından dolayı, bu adımı kolaylıkla gerçekleştireceklerdir. TQM ve eş zamanlı mühendisliğin prensipleri birlikte ortaya konmak zorundadır.

2- Kilit karar vericilerden oluşan bir ekip ve uzmanlar, eş zamanlı mühendislik uygulamasını planlamak için bir araya gelmelidirler. Ekip pazarlama, mühendislik, üretim, tedarik, finans ve kalite mühendisliğini temsil etmelidir.

3- Üretim ve proses geliştirmenin farklı aşamalarında ihtiyaç duyulacak çalışma ekipleri organize edilmelidir.

4- Üst seviyedeki bir ekip, eş zamanlı mühendisliğin kullanılmasıyla geliştirilecek önemli bir yeni ürünü teşhis etmek zorundadır.

5- Bir eş zamanlı mühendislik ekibi yalnızca, yeni bir ürünün dizaynında teknik becerilerini ortaya koymak için atanmış bir uzmanlar grubu değildir. Ekibe, TQM'nin temel elemanları konusunda eğitim verilmek zorundadır. Bunlar, eş zamanlı mühendislik uygulaması için bir kaynak teşkil eder. Eğitim konuları şunları kapsamalıdır:

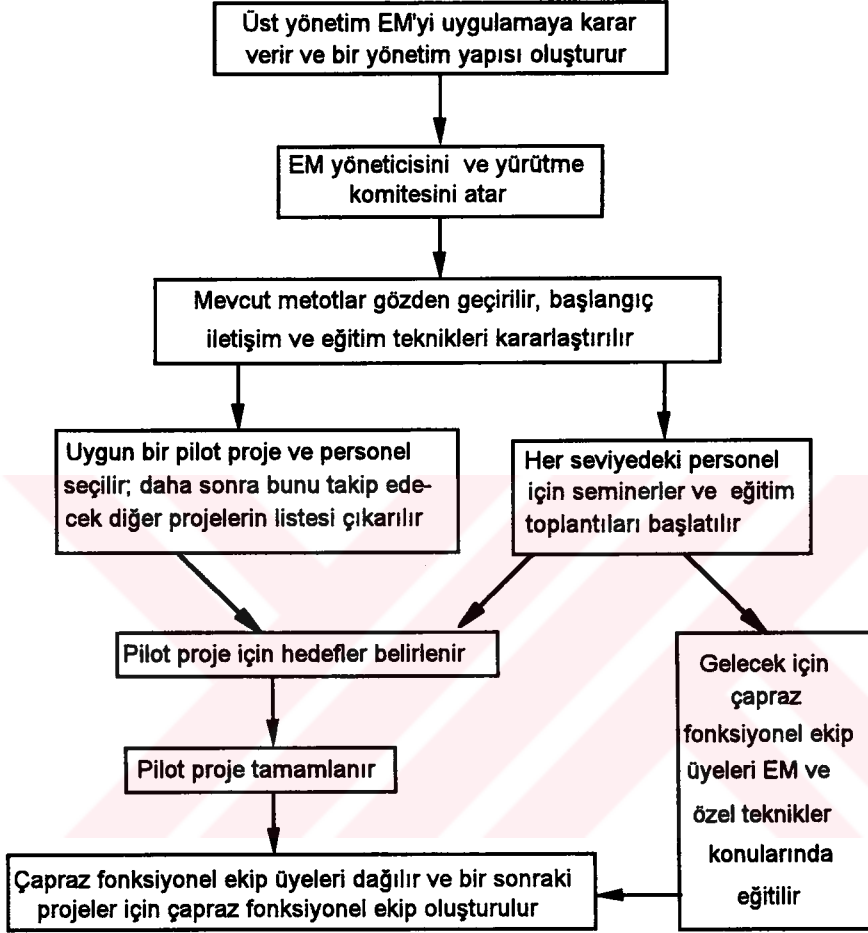
- TQM prensipleri
- Grup eğitimi
- Yedi kalite kontrol aracı
- Üretim ve montaj için dizayn
- Deney Dizaynı (Design of Experiment-DOE)

Eğitim konuları, ekip üyelerinin mevcut ve uygun bilgisayar araçları hakkında bilgili olduğunu kabul ederek tesbit edilir. Eğer bir şirket CAD-CAM-CIM kapasitesine sahipse, eş zamanlı mühendislik prosesi, özellikle iç sisteme ulaşılabilirlik ve bilgi paylaşımı açısından değişiklik ihtiyacını ortaya çıkarabilir.

6- Bir dizayn planı ve hedef çizelgeleri geliştirilmelidir.

Bu çalışmanın maliyetini doğru bir şekilde hesaplamak güç olacaktır. Eş zamanlı mühendisliği kullanmak fazladan çaba gerektirir ve seri yaklaşımlara kıyasla daha uzun süre

alır. Bu, bazı yönetim endişeleri uyandıracaktır. Ancak yönetim, üretim çevriminin daha kısa ve ucuz olacağı gerçeğini kabul etmelidir. Çünkü burada, daha az mühendislik değişimi ve daha az beklenmeyen olay mevcuttur. Son ürün müşterinin eline ulaştığında daha az problemli olacaktır.



Şekil 3.10. Eş zamanlı Mühendisliği başlatma adımları (Hartley, 1992).

7- Kilit tedarikçiler belirlenmeli ve onlar, uygun zamanda ilgili ekiplerin üyesi yapılmalıdır (Cartin, 1993).

Eş zamanlı mühendisliğin işletmede uygulanmasının önemi anlaşıldığında, üst yönetimin desteğini almak önemlidir. İşletme içinde eş zamanlı mühendisliğe olan ilgiyi arttırmak üzere ilgili yayınlar, şefler ve diğer çalışanlarla paylaşılabilir. Bu sayede organizasyon içinde benzer görüş ve amaçlara sahip kişilerin sayısı artırılabilir. Çalışanların bu konudaki kurslara ve konferanslara katılmalarını teşvik ederek onların, bilgi ve tecrübeleri artırılabilir. Organizasyon içinde henüz bir eş zamanlı mühendislik çalışması başlatılmamışsa bu, proje

bazında uygulamaya konabilir. Bir çok ürün yaşam çevrimi konularını erken bir şekilde düşünmek üzere, çalışanlar arasında bir arada çalışma olgusu başlatılabilir. Bütün bunlar gerçekleştirilebilirse, eş zamanlı mühendisliği bir çalışma biçimi olarak benimsemek konusunda önemli bir adım atılmış olunacaktır (Gatenby ve diğerleri, 1994).

3.8. Eş Zamanlı Mühendisliğin Uygulanmasında Karşılaşılan Engeller

İşletmelerde eş zamanlı mühendisliği uygularken karşılaşılabilecek engelleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

i) **Katılım/Kültür:** Eş zamanlı mühendisliğin başarılı olması için, tüm ilgili gruplar erken aşamalarda sisteme dahil edilmelidir. Fonksiyonel sınırlara rağmen sistemleri ve insanları entegre etmek, sıralı ve birbirini takip eden çalışmalardan ziyade, mümkün olduğunca faaliyetlerin tümünü eş zamanlı olarak gerçekleştirmek ve tüm faaliyetlerde ekip çalışmasını ön plana çıkarmak eş zamanlı mühendisliğin esasını oluşturur. Ancak çoğu organizasyonda bunun gerçekleşmesi, önemli bir kültürel değişimi de beraberinde getirir. Eş zamanlı mühendislik başlı başına bir değişim olarak ele alınmamalıdır. Ancak başarı için organizasyonun kendisini iyileştirme konusunda istekli olması, toplam kalite yönetimini benimsemesi ve uygulaması gerekir (Mortimer, 1994).

Tasarımcılar ile diğer departmanlar arasındaki iletişim yetersizliği, ürünün yeniden dizaynına, daha düşük kaliteli ürünlere, daha yüksek üretim maliyetlerine, daha uzun üretim öncesi süreye, daha yüksek bakım ve onarım maliyetlerine, müşteri tatmininde yetersizliklere, organizasyonel kültürün zayıflığına ve çalışanın tatminsizliğine sebep olur. Ürünü dizayn etme ve geliştirme aşamasında yer alan ve farklı gruplardan gelen karar vericiler arasında bir iletişimin olması, her bir karar vericinin ürüne ait kısıtlarının diğer katılımcılarca da bilinmesine ve dizayn prosesinde temsil edilmesine yardımcı olur. Dizayn prosesinin erken aşamalarında, etkin bir iletişim ve bilgi paylaşımı olmaksızın, eş zamanlı mühendislikten beklenen fayda sağlanamaz. Dizayn ve üretim fonksiyonları arasındaki katılım ve etkileşimin derecesi büyük ölçüde organizasyonel yapı, yönetim felsefesi/stili ve organizasyonel kültür tarafından belirlenir. Bu yüzden eş zamanlı mühendisliğin başarılı bir uygulaması hem yönetimin hem de çalışanların ilişkilerinde, normlarında, kültürlerinde ve davranışlarında değişimi gerektirebilir (Dowlatsahi, 1994). Kişisel ve organizasyonel katılımları engelleyen sebepler aşağıdaki gibidir (Gatenby ve diğerleri, 1994):

-*Mühendislerin katılım eksikliği:* Mühendislerin eş zamanlı mühendislik çalışmalarına katılımlarında birtakım zorluklar olacaktır. Çünkü onlar bunun lüzumsuz bir iş olduğuna ve bir süre sonra lüzumsuz başka bir konu ile gölgede kalacağına inanırlar.

-Orta düzeydeki yönetimin direnci: Orta düzeydeki yöneticiler, genellikle üst yönetimin çok yüksek hedefleri ile operasyonel gerçekler arasında sıkıştırılır. Bu güçlüklerle uğraşmak zordur ve diğerlerine karşı bir direnç olarak ortaya çıkar.

-Ön yatırım: Eş zamanlı mühendisliği uygulama gayretleri farklı fonksiyonel alanlardan, eğitim yatırımı ve belki de dış yardım için kaynağa ihtiyaç duyar. Spesifik sonuçları garantilemek zor olduğundan, bu kaynakları elde etmek güç olabilir.

-Eğitim: Eğitim kurumları, öğrencilerin yüksek kişisel performansa sahip olmasını telkin eder. Oysaki eş zamanlı mühendislik, yüksek ekip performansını gerektirir.

-Risk: Risk yönetimine büyük ihtiyaç vardır. Bir eş zamanlı mühendislik ortamında bir çok faaliyet aynı anda devam ettiğinden, sıralı bir ortamda mevcut olan bir çok kontrol ve denge kaybolur.

-Yetki korkusu: Bazı yöneticiler kendi alt gruplarının güçlenmesi durumunda, kontrolün kaybolmasına büyük direnç gösterirler. Aynı zamanda bazı çalışanlar, kendi faaliyetleri için sorumluluk üstlenmekten çekinirler ve sorumluluk almayı reddederler.

-Kısa süreli düşünme: Kısa süreli baskılar, ödül sistemleri ve performans ölçekleri, yüksek performans sağlamak üzere kısa süreli düşünme göz önüne alınarak tasarlanmıştır.

ii) **Organizasyon:** Organizasyonel ve kültürel açıdan eş zamanlı mühendislik, önemli oranda koordinasyon ve planlama gerektirir. Eş zamanlı mühendisliğin iletişim ihtiyaçlarını karşılamak üzere, esnek bir organizasyonel yapıya ihtiyaç duyulur. Ayrıca eş zamanlı mühendislik yenilikçi, esnek ve organizasyon içinde yatay, dikey ve çapraz dayanışmayı ön plana çıkaran bir kurumsal kültürü gerektirir. Bu tür yeni bir çalışma, organizasyonda yapısal değişikliklere ihtiyaç duyar veya eş zamanlı mühendislik ekiplerinin oluşturulmasını gerektirebilir. Bu ekipler, çapraz fonksiyonel ekipler şeklinde olabilir (Dowlatsahi, 1994). Aşağıdaki organizasyonel konular, eş zamanlı mühendisliğin uygulanmasında ters yönde etkili olurlar (Gatenby ve diğerleri, 1994).

-Yapı: Klasik anlamdaki organizasyon yapıları, sonuçlara dayalı ödül sisteminin her bir fonksiyonel departman içinde, performansın etrafında oluşmasına neden olur. Bu yaklaşım çalışanların, bir ürünün iyiliğinden ziyade bir organizasyonel fonksiyonun iyiliği için çalışmalarına neden olur.

-Fiziksel-coğrafik ayrılma: Kalıcı bir birleşik yerleşmenin fizibil olmadığı durumlarda, eş zamanlı mühendisliğin uygulanması daha da büyük bir zorluktur. Çünkü önemli ve gerçekleşmesi gereken birtakım gayri resmi iletişim gerçekleşmez.

iii) **Teknoloji:** Ürün geliştirmede kullanılan teknoloji etkin bir şekilde çalışmıyor ise, proses de verimli çalışmayacaktır. Bilhassa departmanlar arasındaki bariyerlerin kaldırılmasında ve farklı kültürel yapıya sahip insanların çalıştığı bir işletmede teknoloji önemli bir rol oynar. Şirketin kendisi kadar, işbirliği içinde olduğu tedarikçilerin de teknolojik altyapıları yeter seviyede olmalıdır. Aksi takdirde ürün geliştirme konusundaki çabalar, beklenenin çok altında bir başarı ile sonuçlanır (Haynes ve Frost, 1994).

Temel iletişimler bazı problemleri ortaya çıkarır. Zayıf bir iletişim alt yapısı, eş zamanlı mühendisliğin uygulamasını güçleştirir. Telefonlar her yerde bulunmasına rağmen E-mail, video konferansı ve bilgisayar ağları her yerde bulunmayabilir. Bilgi sistemi ve proses alt yapısı eş zamanlı mühendisliği desteklemek için bir iyileşmeye ihtiyaç duyar (Gatenby ve diğerleri, 1994).

3.9. Eş Zamanlı Mühendislik Metodolojisini Başarılı Kılan Faktörler

Eş zamanlı mühendislik faaliyetlerinden olumlu sonuçların elde edilmesi ve bu metodolojinin başarıya ulaşması için gerekli faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Çok fonksiyonlu ekipler oluşturmak: Bu, başarılı bir dizayna yönelik engelleri yok etmek için bilinen en etkili yoldur. Ekip çalışmasının eksikliği çeşitli olumsuzluklara yol açarken, kendini adanmış bir ekibin başarısızlığa uğradığı durum yoktur. Uyum içinde çalışan ekiplerde her bir üye özgüvene sahiptir, tüm yeteneklerini ortaya koyar; aralarında karşılıklı güven ve ilgiye dayalı bir atmosfer oluşturulmuştur. Elde edilen tüm sonuçlar hakkında geri besleme yapılarak projenin nasıl gittiği hakkında her bir üye bilgilendirilir ve yönetimin desteğine güven sonsuzdur.

Bu karakteristikler, bir mühendisin geliştirme projesine duygusal ve düşünsel olarak tam anlamıyla bağlanmasını, pozitif atmosferde karar vermesini sağlayacaktır (Cousins, 1991 a).

- Etkilenen tüm fonksiyonel departmanlarla, ekibin yaptığı çalışmalar ve elde ettiği sonuçlar hakkında iletişim kurmak.
- Elektronik haberleşme araçlarıyla iletişimi desteklemek.
- Uygun bir veri tabanı ve dizayn otomasyonu oluşturmak.
- Tedarikçilerin bilgisini ve uzmanlığını dahil etmek ve kullanmak.
- Gizli problemlerin ve sınırlamaların açığa çıkmasını teşvik etmek.
- Eş zamanlı mühendislik araçlarını ve kapasitelerini geliştirmede gecikmemek. Çünkü, modern araçlar için sermaye sınırlanmıştır (Cartin, 1993).

3.10. Eş Zamanlı Mühendislik Metodolojisini Başarısız Kılan Faktörler

Eş zamanlı mühendislik metodolojisi, fırsat verildiği zaman iyi çalışacaktır. Ancak bu sistemi başarısız yapmanın bazı yolları vardır. Bunlardan on tanesi şu şekilde sıralanabilir (Cousins, 1991b):

- Ekibin moralini düşük tutmak veya azaltmak,
- Ekibin birleşmesine izin vermemek,
- Spesifikasyonları ve üretim çizelgesini sürekli olarak gözden geçirmek. Bu durum, değişiklik yapılmadığı zaman ekibin yönetime olan güvenini yok edecektir.
- Üretim çizelgesini veya spesifikasyonları çalışmaya başladıktan sonra değiştirmek.
- Araçlar ve iş gücü ile ilgili olarak verilen vaatleri yerine getirmemek,
- Ekibin lider seçimini önemsememek,
- Ekibin tümünden ziyade sadece liderini veya birkaç başarılı elemanını ödüllendirmek.
- Ekibin özerkliğini, sembollerini, ve övünç kaynaklarını reddetmek,
- Ekibe veya onun birkaç üyesine yetki vermede başarısızlığa uğramak.

Eş zamanlı mühendisliğin başarısını ve potansiyel etkinliğini engelleyen özelliklerden birisi de, bu yaklaşımın yarı istekli bir şekilde şirkette uygulanmaya çalışılmasıdır. Ayrıca bu durum, Dr. W. Edwards Deming'in 14 noktalı yönetim felsefesini kendisine adapte etmiş bir şirkette olmamalıdır. Bu yönetim felsefelerinden bir tanesi de, "Çalışanlar arasındaki bariyerleri kaldırın" ilkesidir (Ziemke ve Span, 1991).

3.11. Eş Zamanlı Mühendisliği Uygulayan Şirketlerin Temel Karakteristikleri

Eş zamanlı mühendisliğin temelini teşkil eden fikir basit olmakla birlikte, bunun uygulaması zor olabilir. Eş zamanlı mühendisliği uygulamaya koymak için şirketlerin organizasyon yapılarını, program tahminlerini ve yatırım profillerini değiştirmeleri gerekebilir. Eş zamanlı mühendisliğin uygulandığı şirketlerde rastlanan temel karakteristikler şunlardır:

- *Çok fonksiyonlu ekiplerin kullanımı:* Dizayn mühendisleri, üretim mühendisleri, satın alma elemanları ve pazarlama uzmanları gibi değişik departmanlardan insanlar, müşterilerin

ihtiyaç ve beklentilerini ürüne yansıtmak için ürünün fikir aşamasından, kullanılıp teknolojik ömrünü tamamlamasına kadar tüm yaşam çevrimi boyunca bir arada çalışırlar (Shina, 1991). Bu şekilde ürün karakteristikleri, dizayn, üretim ihtiyaçları ve bakım-onarım gereksinimleri arasında en iyi dengeyi sağlamak için çaba sarf edilmiş olur (Meth, 1991).

- *Dizayn veya geliştirme faaliyetlerinin yeniden ifade edilmesi veya finanse edilmesi:* Firmanın, seri prodesteki dizayn veya geliştirme faaliyetleri ile ilgili olan başlangıçtaki ilk yatırım maliyetlerini düşürmek, ürünün pazara ulaşma zamanını kısaltmak, doğrulama ve yeniden gözden geçirme faaliyetlerini azaltmak için paralel prosese geçiş düşünülür. Firmaların eş zamanlı mühendisliği (paralel prosesi) kullanması, daha düşük ürün geliştirme ve ürün maliyetleri ile sonuçlanır (Meth, 1991).

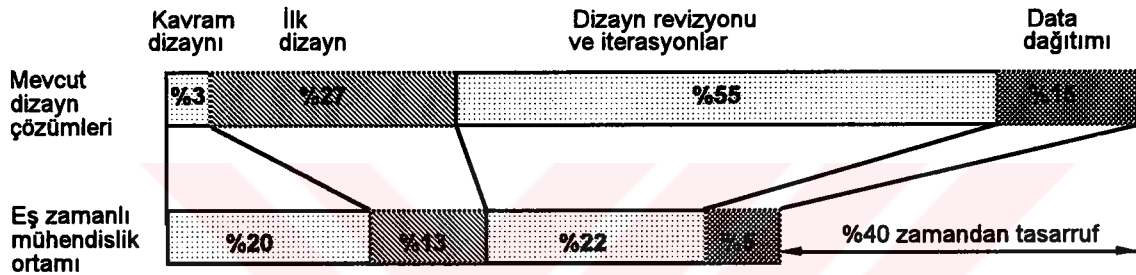
- *Şirketin ve ürünün performans hedeflerini belirlemek için "rekabetçi kıyaslama yönteminin (benchmarking)" kullanılması:* Rekabetçi kıyaslama yöntemi terimi, bir şirketin proses ve ürünlerinin performanslarını diğer şirketlerin karşılaştırılabilir faaliyetleri ile mukayese etmesi olarak tanımlanır. Burada temel amaç, dünya çapında en iyi olan şirket performanslarını bir kıyas (benchmark) olarak kullanarak, performans ölçütlerini oluşturmaktır. Bu faaliyet şirkete, sadece kendi dahili performanslarının sınanması ile meydana gelen uzağı göremeyen bakış açısından çok, dünya çapındaki hedefleri benimsemesi için güç verir (Meth, 1991).

- *Dizayn otomasyonu araçlarının kullanımı:* CAE veya CAD gibi dizayn otomasyonu araçlarının kullanımı, eş zamanlı mühendislik çalışmalarını hızlandırmada önemli bir faktör olarak tanımlanır. Bilgisayar destekli dizaynı kullanan şirketler, eş zamanlı mühendislik ihtiyaçlarını karşılamak üzere, dizayn ve analiz ile ilgili kendi bilgisayar programlarını birleştirerek, ürünlere uygun temel yapılar oluşturabilirler. Temel yapıların kullanımı, değişik fonksiyonel ihtiyaçları olan kullanıcıları destekleyen ortak bir otomasyon yapısı oluşturur. Bu yapı, etkin ve hatasız dizaynın oluşturulmasını sağlar. Bu tür temel yapıların bazıları, dış programlar ilave etmek suretiyle, kullanıcıya yeni kaynaklar sağlayabilir (Meth, 1991).

3.12. Eş Zamanlı Mühendisliğin Sağladığı Faydalar

Eş zamanlı mühendislik, tasarımcılar ile üreticiler arasındaki engelleri kaldırarak ürün geliştirmede disiplini getirir, riskleri belirler ve azaltır, problem çözümünü kolaylaştırır ve kaynakların daha efektif bir şekilde kullanılmasını sağlar (Barclay ve Poolton, 1994). İlave olarak, eş zamanlı mühendislik sayesinde üç önemli kazanç söz konusudur. Bunlar daha kısa sürede pazara ulaşma, kalite iyileşmeleri ve verimlilik artışı sonucu düşük maliyet şeklinde sıralanabilir.

Şekil 3.11'de eş zamanlı mühendisliğin zaman avantajı gösterilmiştir. Buna göre, eski dizayn sisteminde kavram dizaynına kısa zaman ayrılmakta ve ürün, mühendisin isteklerine göre geliştirilmekte idi. Bu sisteme göre geliştirilen bir ürün üretim hattına gönderildiğinde, proses ihtiyaçları sağlanmadığından bazen ürünün yeniden dizaynı gerekmektedir. Böylece bu sistemde, dizayn ile üretim ve üretim ile müşteri arasına bir duvar konmuştur. Ürün dizaynına ve şaşırtıcı bir şekilde ürünün yeniden dizaynına harcanan zaman oldukça fazladır. Eş zamanlı mühendislikte ise, müşteri ihtiyaçlarını ve beklentilerini kavrayan bir pazarlama anlayışına göre çalışılmaktadır. Yeniden dizaynın son noktası, genellikle ürünün üretimine başlandığı noktadır. Ürünü tanımlamak için gerekli zamanı arttırmak suretiyle QFD, bilhassa kritik parçalarda yeniden dizayn ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır (Carter ve Baker, 1992).



Şekil 3.11. Eş zamanlı mühendisliğin zaman avantajı (Carter ve Baker, 1992)

Ayrıca eş zamanlı mühendislik sayesinde;

-*Ürün geliştirme çalışmalarının paralellik içinde gerçekleştirilmesi* sağlanır. Klasik sistemde ürünün nasıl üretileceği ve maliyetinin ne olacağı, ürün geliştirmenin ancak ileriki aşamalarında tesbit edilebilir. Eş zamanlı mühendislik kavramının uygulandığı şirketlerde ürün geliştirme çalışmalarında ilgili tüm departman temsilcileri yer aldığından, ürün ile ilgili bu ve benzeri bilgiler, ürünün daha dizayn aşamasında belirlenebilmektedir. Klasik sistemde, önce satış elemanı pazardaki rakip ürünleri inceleyip müşteri isteklerini belirler ve böylece ürün için bir kavram oluşur. Daha sonra satış mühendisleri dizayn mühendisleri ile görüşerek ürüne ait ilgili bilgileri aktarır. Bu şekilde ürün tanımlandıktan sonra, belki de üretimle herhangi bir temasa geçmeden tasarımcı ürüne ait dizayn çalışmalarını gerçekleştirir. Böylece o, ürünün nasıl üretilbileceği ve nasıl monte edileceği konusunda pek bilgi sahibi olamayabilir. Dizayn tamamlandıktan sonra bu, üretim departmanına gider. Burada proses planları belirlenir, maliyetler saptanır ve bir üretim programı yapılır. Daha sonra, satın alma departmanı gerekli makina ve takımlarını temin ederken kalite kontrol elemanları bir kalite güvence programı oluştururlar. Son olarak üretimden sonra, bu uzun prosesi takiben, o ürüne pazarda hâlâ ihtiyaç duyulmakta ise, servis departmanı da konuyu

ele alır ve ihtiyaç duyulan servisi temin eder. Eş zamanlı mühendisliğin uygulandığı bir işletmede ise, satış mühendisleri bir taraftan müşterilerle görüşürken bir taraftan da dizayn ve üretimden sorumlu elemanlarla görüşür. Bu şekilde tüm proseste bir birliktelik ve paralellik sergilenir (Evans, 1988).

-Daha fazla araştırma-geliştirme: Eş zamanlı mühendislik ile yeni ürünler artık başlı başına AR-GE departmanının yetki alanında değildir. Eş zamanlı mühendisliğe göre, başlangıçtan itibaren ürün geliştirmenin, organizasyonun tüm bölümlerini içermesi zorunluluktur. Etkin bir ekip çalışması, daha çok fikirlerin ve hedeflerin paylaşımına bağlıdır. Eş zamanlı mühendisliğin başarısı için ekip çalışması ve paylaşım, teknik yeterlik ve yaratıcılık nitelikleri kadar yüksek değerde olmak zorundadır. Aynı zamanda onlar, mühendisin performans değerlendirmesinin bütünleşik bir parçası olarak ödüllendirilmelidir.

-Hızlandırma: Çok fonksiyonlu ekiplerin oluşturulmasında en iyi taktik, amaçların mümkün olduğunca erken tesbit edilmesidir. Bu noktada, mevcut ürünlerden sağlanan deneyimler esas alınmalıdır. Eş zamanlı mühendislik çabası, CAE, CAD ve CIM'i DFM (üretim için dizayn) ile birleştirmelidir. Burada aşağıdaki noktalar oldukça önemlidir:

- Veri akış diyagramları ve yapısal analizlerle, mevcut üretim proseslerinin sınırlarının ve kapasitelerinin dökümanite edilmesi ve sonra da bu dökümanların gereksiz işleri elimine etmek için kullanılması.
- Üretilbilirlik, test edilebilirlik ve tamir edilebilirlik için yeni ürünlerin ve montajların gözden geçirilmesi. Teknik doğruluk ve kalite gibi alışlagelmiş dizayn özelliklerinin içerildiğinden emin olunması.
- Üretim ekipmanları için, CAD ve CAE gibi bütünleşik bilgisayar ağının geliştirilmesi. Bu, üretimdeki ve montajdaki hataları ortadan kaldırır.
- Üretim departmanının tüm prototipleri yapabilmesi için, yazılım ve donanım imkânlarının daha fazla iyileştirilmesi. Montaj ve üretim talimatlarındaki herhangi bir farklılığın, üretim ekipmanlarının yanlış bir şekilde kullanımının veya proses sınırlamalarının, dökümantasyon hatalarının, parçaların yanlış bir şekilde kullanımının ve parça hasarlarının kaydedilmesi. Üretilbilirlik ile ilgili geri beslemenin, önerilen dizayn değişiklikleri ve prototipleri ile birlikte dizayn departmanına anında iletilmesi. Bu tür konuların dizayn toplantılarında gözden geçirilmesi.

QFD metodunun uygulanmasıyla, müşteri ihtiyaçları iyi bir şekilde tanımlanabilir ve ürün spesifikasyonları müşterinin gerçek ihtiyaçları üzerine odaklanabilir. Üretimde istatistiksel

proses kontrol gibi toplam kalite yönetimi araçlarının yardımı ile eş zamanlı mühendislik, daha düşük üretim maliyetleri ve daha yüksek kalite ortaya çıkaran ürün spesifikasyonlarına öncülük edebilir (Rosenblatt ve Watson, 1991).

Eş zamanlı mühendislik yaklaşımının kullanıldığı örnek bir proje ile ürettikleri ürüne ait bazı değerleri, daha önce var olan kendi ürünlerine ait değerler ile kıyasladığında Hawlet-Packard'dan Willams (1994), Tablo 3.1 ile verilen iyileşme noktalarını tesbit etmiştir.

Tablo 3.1. Eş zamanlı mühendislik uygulamasından sağlanan kazançlar (Willams, 1994)

<i>Özellik</i>	<i>Eş zamanlı mühendislik yaklaşımı</i>	<i>Klasik yaklaşım</i>	<i>Kazanç %</i>
Malzeme Maliyeti (\$)	80	200	250
Malzeme dışı maliyetler (\$)	55	250	455
Montaj süresi	37	210	210
Ortalama tamir süresi	33	400	568
Mekanik parça sayısı	30	190	633
Bağlantı sayısı	31	172	555
Bağlantı türü	8	85	1063
Bağlantı ayarları	36	120	333
Son montaj parçaları	40	153	383
Toplam parça sayısı	77	150	195
Geliştirme günü	4	100	2500
Üretim kapasitesi	1.000	100	1000
İlk yıl mühendislik değişiklikleri	0	58	∞

Bu şekilde ortaya konan ürünün rakiplere ve bilhassa bir önceki ürünlerine göre önemli bir maliyet ve performans avantajının olacağı vurgulanmıştır.

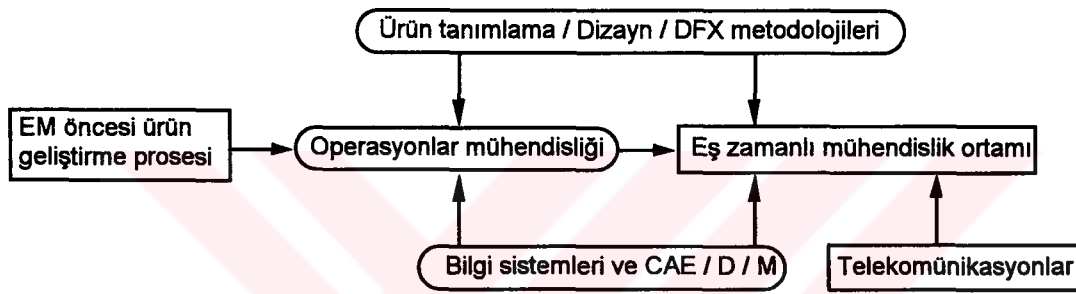
Grace ve Billators (1992), eş zamanlı mühendislik yaklaşımını yeniden dizayn (redesign) prosesinde uygulayarak eski ürünlerine kıyasla bu metot sayesinde, yeniden dizayn ettikleri ürünlerinde %200'e varan oranlarda maliyet azalması sağlamışlardır. Eş zamanlı mühendislik yaklaşımının esas alındığı bu çalışmada, ayrıca departmanlar arasında iletişim artmış, pazara ulaşma zamanında kısaltmalar sağlanmış ve daha kolay üretilebilir kaliteli parçalar elde edilmiştir.

3.13. Eş Zamanlı Mühendisliği Destekleyen Teknolojiler

Altı eş zamanlı mühendislik elemanı ve iletişimi bir veya daha fazla teknoloji ile desteklenir, Şekil, 3.12. Eş zamanlı mühendisliği destekleyen teknolojilere örnek olarak aşağıdakiler sıralanabilir:

- *Operasyon mühendisliği metodolojileri*: Bu metodolojiler, eş zamanlılıktan en çok faydalanacak olan proseslerin spesifik parçalarını tanımlayan kritik yol metodolojisi gibi metodolojileri belirler.

- *Ürün tanımlama, dizayn ve X için dizayn (DFX) metodolojileri*: Toleranslar dahilinde dizaynın aksine hedef değere yakınlığın önemini vurgulayan kusursuz dizayn (Robust Design), basitlik için dizayn (Design for Simplicity) ve kalite fonksiyonu açılımı (QFD) gibi eş zamanlı mühendislik ile çakışan metodolojilerden (Şekil 3.12) bazıları, belirli ürün geliştirme faaliyetleri için yapı ve ortak bir lisan sağlar. Şekilde belirtilen DFX, X için dizayn olup burada X, üretilebilirlik, güvenilirlik, servis edilebilirlik, performans ve fonksiyonelliğin ötesinde diğer özelliklerdir (Gatenby ve diğerleri, 1994).



Şekil 3.12. Eş zamanlı mühendisliği destekleyen diğer teknolojiler (Gatenby ve diğerleri, 1994).

- *İletişim*: Daha kısa pazara ulaşma zamanı, azaltılmış geliştirme maliyetleri ve yüksek kaliteli ürünler elde etmek için bir strateji olarak kullanılan eş zamanlı mühendisliğin efektif bir şekilde kullanılması, dizayn kararlarının iletişimine ve yaratıcı prosesleri farklı disiplinler arasında koordine etmeye bağlıdır. Öte yandan kaliteli bir ürün geliştirmek için gerekli olan bilgiler sürekli olarak gelişmekte ve bu konudaki veri tabanı, tasarımcı kişiler tarafından etkili bir şekilde saklanılmayacak kadar genişlemektedir. Bu yüzden eş zamanlı mühendislikte bilgisayarların kullanılması oldukça önemli olmaktadır. Bilgisayarlar ürün dizaynında ve üretim planlamada sistematik bir yaklaşımın kullanılmasını sağlayarak farklı gruplar arasında iletişim ve koordinasyonun gelişmesine önemli oranda katkıda bulunurlar. (Albano ve Suh, 1994).

Eş zamanlı mühendislik şirketin tümünde, çalışanlar ve departmanlar arasında iyi ve açık bir iletişime dayanır. Bu ise bir seviyeyi ve olgunluğu gerektirir. Çalışanlar bilgiyi saklamamalıdır. Bazılarına göre bilgi "güçtür". Ancak bu anlayış, etkili iletişime zarar verebilir. Bilgilerin paylaşımı ve açık iletişimler başarı için temel gerekliliktir. Bunu

sağlamanın yolu, iletişimin şirket içinde mükemmel olmasından geçer ve bu noktada ekip çalışmasının önemi bir kez daha ortaya çıkar (Baylis, 1994).

Ürün geliştirme prosesi genelde toplam bilgi sistemi olarak algılanır. Bu bilgilerin meydana getirildiği, iletildiği ve kullanıldığı yöntem, organizasyon içinde ve organizasyon ile pazarı arasında kritik bilgi bağlantısını oluşturur. Böylece ürün geliştirme prosesinin yönetimi ve organizasyonu, rekabetçi ortamla stratejik bir seviyede etkileşim halindedir. Müşterilerin, üreticinin ve tedarikçilerin birbirine bağlanması, bilginin üretilmesi ve taşınması açısından önemlidir. Pazar bilgileri ve teknik imkânlar konularındaki veriler bir şekilde ürüne yansıtılacağından, bunlar eş zamanlı mühendislikte oldukça önemlidirler. Ayrıca ürün geliştirme çalışmalarında, ihtiyaç duyulduğunda ekip üyelerine dizayna ait daha ayrıntılı bilgiler vermek üzere elektronik dizayn gösterim teknolojileri ve bilgi sunma teknolojileri kullanılır. Coğrafi olarak birbirinden ayrı ekip elemanları arasında iletişimi kolaylaştırmak üzere telekonferanslar ve diğer iletişim sistemlerinden faydalanılır (Gatenby ve diğerleri, 1994).

- *Bilgi sistemleri ve CAD, CAE, CAM*: Doğru ve ilgili bilgilerin zamanında akışı, eş zamanlı mühendislik için bir temel özelliktir. Dizayn prosesi süresince bir çok bilgiye sahip olmayı ve bunlara ulaşabilmeyi mümkün kılan veri tabanlarının, yazılımların ve uzman sistemlerin oluşturulması eş zamanlı mühendisliğin başarılı bir şekilde uygulanmasında son derece önemlidir. İdeal bir durumda bu bilgi ağı, eş zamanlı mühendislik ortamındaki bir çok fonksiyon ve departmanlar arasında bir bağlantı hattı oluşturur. Karmaşık parçaların dizaynında, dizayn prosesi boyunca önemli oranda bilgiye ihtiyaç duyulur. Mekanik sistemlerin dizaynında, bilgi sistemlerini etkili bir şekilde kullanmak için, dizayn bilgileri ve performans bilgileri gerekir (Dowlatsahi, 1994). Bu bilgilere ulaşmak için kullanılan sistemlerden bazıları E-mail ve paylaşılan ürün-bilgi veri tabanlarıdır. Bu teknolojilerden bazıları eş zamanlı mühendislik ekiplerini desteklemek üzere etkili bir şekilde birleştirilebilir (Gatenby ve diğerleri, 1994).

CAD/CAM sistemleri, şirketlere eş zamanlı mühendisliği kullanmaları için gerekli araçları sunmuştur. Tasarımcıların dışındaki kişiler de, ihtiyaç duyduklarında uygun bilgisayar sistemleri aracılığı ile dizaynı inceleyebilmektedir. Ancak klasik sistemde tasarımcı, dizaynı gerçekleştirdikten sonra bunu kağıt üzerine aktarmakta ve bu şekilde proses planlamacılarına iletmektedir. Dizaynda herhangi bir hata olması durumunda ise, bu kağıt üzerindeki bilgiler tasarımcıya geri gönderilerek düzeltilmesi istenmektedir. Sonuçta bu, ürünün doğru bir şekilde geliştirilip üretilmesi için gerekli süreyi arttırmakta ve ürünün pazara sunulmasında gecikmelere sebep olmaktadır. Bilgisayarlar şirketlere, ürünle ilgili tüm departmanların,

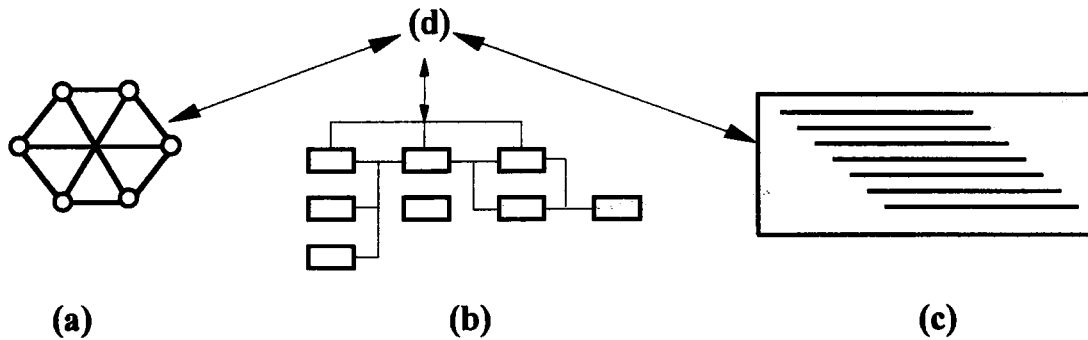
birlikte ve eş zamanlı olarak çalışabilecekleri bir çalışma ortamı sağlamaktadır (Evans, 1988).

Eş zamanlı mühendislikte, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) araçlarının, bir üretim sistemi içinde entegre edilmesi ayrı bir öneme sahiptir. CAD sistemleri, karmaşıklığına ve kapasitelerine göre farklılıklar gösterebilir. İki boyutlu (2D) sistemler olduğu gibi, katı modelleme özellikli üç boyutlu (3D) sistemler de vardır. Burada amaç, üretilebilir parçalar dizayn etmek üzere hem ürünü hem de prosesi eş zamanlı olarak dizayn etmektir. CAD ve CAM'in entegre edilmesinde farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan en yaygın olanı, özellik esaslı dizayndır. Burada önce dizayn özellikleri geliştirilerek, üretimi pahalı veya zor olan parçalardan kaçınılır (Dowlatsahi, 1994).

Yukarıda belirtilen teknolojilere ve tekniklere ilave olarak, Rekabetçi Kıyaslama Yöntemi (Benchmarking), Sürekli Proses İyileştirme (CPI), Deney Dizaynı (DOE), Bütünleştirilmiş Ürün Geliştirme (IPD), Tam Zamanında Üretim (JIT), İstatistiksel Proses Kontrol (SPC) ve Toplam Kalite Yönetimi (TQM) gibi teknik ve teknolojiler rekabetçi bir ürün ve üretim için eş zamanlı mühendisliği desteklemektedirler (Reimann ve Sarkis, 1996).

3.14. Eş Zamanlı Mühendisliğin Temel Unsurları

Eş zamanlı mühendisliğin temel unsurlarının kombinasyonu, onu alışılmış ürün geliştirmeden farklı kılar. Bu unsurlar çapraz fonksiyonel ekipler, eş zamanlı ürün geliştirme prosesi faaliyetleri, çoğalan bilginin paylaşımı ve kullanımı, bütünleşik proje yönetimi (IPM), tedarikçilerin erken ve sürekli olarak dahil edilmesi, müşterilere erken ve sürekli olarak odaklanma olarak sıralanabilir. Şekil 3.13'den de görülebileceği gibi, bir eş zamanlı mühendislik ortamında, bütünleşik yönetim teknikleri ile yönetilen (c), çapraz fonksiyonel ekipler (a), artan bilgileri paylaşarak ve kullanarak (d), eş zamanlı ürün geliştirme prosesi faaliyetlerini (b) gerçekleştirirler (Gatenby ve diğerleri, 1994).



Şekil 3.13. Eş zamanlı mühendisliğin temel unsurları (Gatenby ve diğerleri, 1994)

3.14.1. Çapraz fonksiyonel ekipler

Eş zamanlı mühendislikte temel bileşen, ekip çalışmasıdır. Değişik departmanlardan insanlar, müşterilerin ihtiyaçlarını ve beklentilerini yansıtmak için bir ürünün fikir aşamasından kullanılıp eskimesine kadar tüm yaşam çevrimi boyunca bir arada çalışırlar, (Şekil 3.13). Onlar, ürünün pazara sunulmasındaki gecikmelerden ve servisteki büyük (pahalı) hatalardan kaçınırlar. Muhasebe ve satın alma da aynı düşünceye sahiptir ve ürün maliyetlerini düşürmeye, parçaların ve malzemelerin güvenilir bir şekilde tedariklerini sağlamaya yardımcı olurlar (Rosenblatt ve Watson, 1991).

Şirketler, hayatta kalmalarını eş zamanlı mühendisliğe dayandırır. Dünya çapında ürünler veya servisler sunabilmek için, onları oluşturacak dünya çapında proseslere sahip olmak gerekir. Bu prosesler ise, onları üreten ve uygulamaya koyan insanlara bağlıdır. Bu da, dünya çapında ekiplerin oluşturulması ile olur. Bu oluşum hiç şüphesiz kendiliğinden ortaya çıkmayacağı gibi, sadece yönetimin kontrolünde da gerçekleşmez. Yönetim gerekli ortamı oluşturmalıdır. Bu ise, yönetimin kültürel yapısında gerçekleşmesi gereken değişime ihtiyaç duyar. Çapraz fonksiyonel ekipler, bu özellikleri kendilerinde geliştirdiklerinde ve ortak bir vizyon ve amaç etrafında birleştiklerinde, dünya çapında ürün veya servisler geliştireceklerdir (Mortimer, 1994).

Ekiplerin oluşturulması yeni değildir ve sadece eş zamanlı mühendisliğe de özgü değildir. "Kaplan ekipleri", "proses faaliyeti ekipleri" ve "bütünleşik ürün geliştirme ekipleri" gibi farklı isimler altında faaliyet gösteren oluşumlar, bu konuda karşılaşılan örneklerden sadece birkaçıdır. Burada göz ardı edilmemesi gereken nokta, bu şekilde bir ekibin kullanılmasının eş zamanlı mühendislik felsefesinin de kullanıldığı anlamına gelmeyeceğidir (Pawar ve diğerleri, 1994).

Ekipler dört üyeye sahip olacak kadar küçük olabileceği gibi, bazı büyük projelerde bu sayı yirmiyeye çıkabilir. Ekipteki üye sayısı, onun yönetilebilir ve kontrol edilebilir olması gerektiğinden, genellikle onikiyi geçmez. Bu sayının daha yüksek olması durumunda, bir ürünü alt ürünlere ayırıp her bir üründen bir ekibin sorumlu olması sağlanabilir. Şüphesiz ki, bu gibi durumlarda ekipler arası etkin iletişim, yönetim için önemli olmaktadır (Pawar ve diğerleri, 1994).

Çapraz fonksiyonel ekiplerin oluşturulmasında bir başka önemli nokta da, ekibi stratejik ve operasyonel olmak üzere iki ayrı alt gruba ayırmaktır. Bunlardan "stratejik ekip", ürün dizaynı ile ilgili stratejik konuları ele almak üzere oluşturulur. Bu, bütçe ve zamanlamayı oluşturmak ve kontrol etmekten sorumludur. Ayrıca geliştirilmekte olan dizaynın gelişimini

gözden geçirir ve bunu pazarlama ile ilişkilendirir. Bu ekip, ilgili alandaki üst düzey yöneticileri ve bazı durumlarda şirket müdürlerini de içerebilir. İkinci alt ekip olan "operasyonel ekip" ise, yeni ürün geliştirme ile ilgili olan günlük konuların yönetimi ile ilgilenir. Oluşturulan dizaynın üretim problemleri ve bunların çözümü ile ilgili konuları ele alır. Bu ekip, dizayn ve imalat mühendislerine ilaveten fabrika temsilcilerinden oluşur. Stratejik ekibin görevlerinden birisi de operasyonel ekibi oluşturmak, onun dinamikliğini sağlamak ve proje sonunda varlığını sona erdirmektir. Bu şekilde yeni ürünler geliştirmede iki ekip kullanan şirketlerin, diğerlerine göre daha başarılı oldukları tesbit edilmiştir (Pawar ve diğerleri, 1994).

Ekip üyeleri, genellikle şirket içindeki farklı uzmanlık alanlarına sahip kişiler arasından seçilir (Whitney, 1988). Geçmişte bir dizayn grubu, genellikle pek çok alanda bilgisi olan tek üyeyi içine almış ve bu kişi, "Guru" olarak adlandırılmıştır (Evans, 1988). Çok fonksiyonlu ekiplerin oluşturulması sadece bir başlangıçtır. Ekiplerin, tartışmaları yönetecek ve üyelerin hemen hemen her dizaynda ortaya çıkacak kararları almasına yardımcı olacak bir prosedüre ihtiyaçları vardır. Bir dizayn ekibinin asıl fonksiyonları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Ürünün ne olduğunu ve hangi dizayn ve üretim metotlarının uygun olduğunu tesbit etmek için, onun karakterini belirlemek.
- Ürünü, ürün fonksiyon analizine tabi tutmak. Böylece ekip üyeleri ürünü yeterince tanır ve dizayn kararları verilirken onun nasıl destekleneceğine dair tam bir bilgi ile optimum şekilde katkıda bulunurlar.
- Ürünün her bir karakteri için uygun bir montaj prosesi dizayn etmek. Bu, uygun bir montaj sırası yaratmayı, alt montajları tesbit etmeyi, bütünleşik kalite kontrolünü ve her bir parçayı, kalitesi montaj metodu ile uyumlu olsun diye dizayn etmeyi içerir.
- Üretim stratejisinde çalışanları tamamen içeren, minimum envanter ile iş gören ve tedarikçinin metotları ve kapasiteleri ile bütünleştirilmiş bir fabrika sistemi dizayn etmek (Whitney, 1988).
- Başlangıçta hedefler ortaya koymak. Belki de ulaşılamayacak olan bu hedefler, ekibin belli bir konuya yoğunlaştırması açısından gereklidir. Lucas Automotive'in eş zamanlı mühendisliğe geçişte aldığı aşağıdaki hedefler, buna örnek gösterilebilir (Pawar ve diğerleri, 1994):

- Ürün sunma zamanında %50 azalma,
- Maliyetlerde %50 azalma,

- Sıfır hata,
- Basitleştirilmiş kontrol prosedürleri,
- Dizayn standardizasyonu,

Çapraz fonksiyonel ekiplerin en önemli ortak özellikleri, bunların tüm faaliyetlerinde entegrasyon için çalışmalarıdır. Ekibin etkinliği büyük ölçüde her bir üyenin kişiliğine, deneyimine, teknik yeteneğine, ekip çalışmasına yatkınlığına, diğer ekip üyeleri ile olan etkili iletişimine bağlıdır. Ekibin faaliyetlerinin başarısı, farklı geliştirme aşamaları boyunca değişir. Geliştirmenin erken aşamalarında başarı daha fazla olmakla birlikte, sonlara yaklaşıldıkça azalır. Bu ise, geliştirme prosesi boyunca ekip çalışmalarının iyi bir şekilde yönetilmesini gerektirir. Her bir proje için, projeyi gözden geçirme toplantısı ikişer aylık, aylık, veya daha sık gerçekleştirilmelidir. Geliştirme esnasında bir darboğaz ile karşılaşıldığında, çözüm arama faaliyetlerinde bir artış olur, ancak toplam proses hiçbir zaman aksaklığa uğramaz.

Başarılı ekiplerin paylaştığı temel karakteristikler sorumluluk, katılım, çok fonksiyonluluk, güven, deneyim ve verimlilik şeklinde sıralanabilir. Bunlar kısaca, aşağıdaki gibi açıklanabilir.

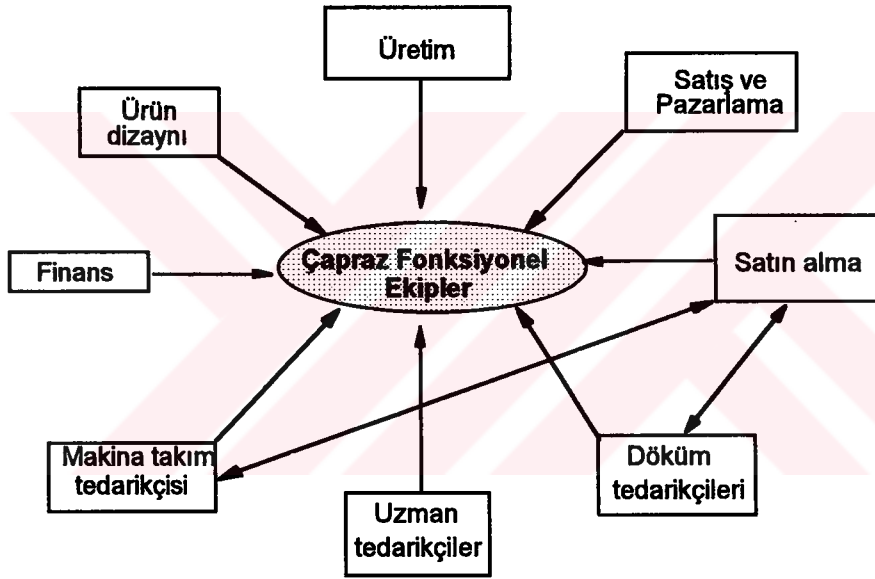
-Yetki ve sorumluluk: İlk olarak çapraz fonksiyonel ekibe, yeni ürünler sunmak için yetki ve sorumluluk verilmelidir. Misyonunu yerine getirip hızlı geliştirme yapabilmesi için, ekibe kaynak sağlanmalı ve faaliyetlerini sürdürebilmesi için yetki verilmelidir. Sağlıklı bir şekilde yetkilendirmenin bir yolu, üst yönetimden birinin ekip üyesi olarak, belki de ekip lideri olarak ekibe katılmasıdır (Gatenby ve diğerleri, 1994). Özellikle ürün geliştirme prosesinin ilk aşamalarında üst yönetimin katkısı, verimlilik ve motivasyon açısından daha da önemlidir. Ancak dizayn prosesi belli bir ivme kazanmaya başladığında, üst yönetim kısmen arka plana çekilmeli ve direkt olarak müdahale etmemelidir (Pawar ve diğerleri, 1994).

-Ekip üyelerinin geliştirme projesine duydukları bağlılık ve katılım: Ekip, entegrasyon felsefesine kendisini adanmış bir kişi tarafından yönetilmelidir. Bu yönetici, ekip çalışmasını ve takım ruhunu etrafındakilere empoze edebilmelidir. Ekip üyeleri, planın uygulanabilir ve güçlü olduğuna inanmalıdırlar. Ayrıca planın tüm yönleri ele alınmalıdır. Sadece "kim, ne zaman ve nerede?" sorularına cevap verilmemiştir. Bununla birlikte, "niçin ve nasıl?" sorularının cevaplanması onlara çalışmalarındaki en ince detayları göstermede yardımcı olur (Pawar ve diğerleri, 1994).

-Ekip halinde çalışma ve çok fonksiyonluluk: Sık sık bir araya gelinerek gerçekleştirilen iletişim sayesinde, bütün ilerlemeler periyodik olarak gözden geçirilir ve tüm çalışanlar projenin nasıl gittiği konusunda bilgi sahibi olurlar. Beklenmeyen bir problem ortaya

çıktığında, çalışanlar programa (çizelgeye) geri dönmek için alternatifleri dikkatlice değerlendirirler ve düzeltici faaliyetlerde bulunurlar. Ekip içinde ön plana çıkan bir kişinin düşüncelerini sürekli olarak ekipte doğru kabul edip, her defasında diğer ekip üyelerine empoze etmeye çalışmak, korku ve endişelere sebep olabilir. Bu tür fikirlerin, katılımcıların her birinden gelmesi için gayret sarf edilmelidir. Ekip üyeleri, şirketin temel fonksiyonlarından gelen elemanlarca oluşturulmalıdır (Pawar ve diğerleri, 1994).

İdeal bir eş zamanlı mühendislik ekibi, şirketin kültürüne ve organizasyonuna bağlı olarak ürün dizaynı, proses mühendisliği, üretim, pazarlama, servis, satın alma, tedarik, donanım, dökümantasyon gibi ürün ile ilgili tüm departmanlardan gelen kişilerden oluşur (Şekil 3.14). Danışman olan müşteriler, ekibin çalışmalarına sınırsız şekilde yardımcı olabilirler.



Şekil 3.14. Çapraz fonksiyonel ekiplerin oluşumu (Hartley, 1992)

-Güven, deneyim ve verimlilik: Ekip çalışmaları esnasında hiçbir üye, diğer üyeler tarafından eleştirilmekten çekinmez. Hiç kimse hataları rapor etmekten kaçınmaz. Makul derecede risk alma desteklenir ve ödüllendirilir. Ekip üyelerinin sahip oldukları yeteneklerden geniş ölçüde faydalanılır. Çalışanlar birbirleri ile ilgilidirler. Eğer çalışanlar dinlenme esnasında kültürel konularda fikir alışverişinde bulunurlarsa, karşılıklı güvene ve ilgiye dayalı bir atmosfer oluşur. Kendi rollerini başarılı bir şekilde gerçekleştirmeleri için ekip üyelerinin, deneyimleri ve verimlilikleri yeterli olmalıdır. Her bir ekip üyesinin başarıya ulaşmada kendisine düşen görevi tam olarak yerine getirebilmesi için, yeterli ölçüde deneyime sahip olması gerekir. Ekip üyelerine, kendilerini yetersiz buldukları herhangi bir konuda eğitim verilebilmelidir (Pawar ve diğerleri, 1994).

Bu karakteristikler, her bir ekip üyesinin geliştirme projesine duygusal ve düşünsel olarak bağlanmasına izin verir. Aynı zamanda, üyelerin pozitif bir atmosferde karar vermelerini sağlar (Pawar ve diğerleri, 1994).

Çapraz fonksiyonel ekip, ürün spesifikasyonlarını ve çizelgelerini ayrıntıları ile anlatmak ve geniş bir faaliyet planı geliştirmek için yetkilendirilmiştir. Ekipte hem geliştiriciler hem de müşteriler temsil edildiğinden, tamamlanan spesifikasyonlar doğrudan, hem ihtiyaçlara hem de şirketin gerçeklerine yansiyacaktır (Cousins, 1991a).

3.14.2. Eş zamanlı ürün geliştirme prosesi faaliyetleri

Eş zamanlı mühendislik, tüm ürün geliştirme prosesini önemli bir şekilde kısaltabilir. Çünkü yöntem adımları, alışılmış serilik yerine paralellik içinde yerine getirilir. Ürün geliştirme iterasyonları azaltıldığından, ürünün pazara ulaşma zamanı da kısaltılır. İlk prototipler yalnızca spesifikasyonları karşılamakla kalmayıp, şirketin üretim kapasitelerine de uygunluk sağlar.

Japon otomobil endüstrisinden bir örnek, eş zamanlı mühendisliğin nasıl faydalı olabileceğini gösterebilir. 1980'lerin ortaları ile sonlarında, Japonların yeni bir otomobil geliştirmeleri ve üretmeleri, Amerikan şirketlerinin yaklaşık yarısı kadar bir zamanda gerçekleştirilmiştir. Bu farklılığın sonuçları oldukça büyük olmuştur. Bu, Japonların herhangi bir model arabadan daha az sayıda yapmayı ve bunu pazarda daha kısa bir süre tutmayı kârlı bulduklarını göstermiştir. Japonların daha fazla ürün çeşitliliğini desteklemeleri ve pazarın daha büyük bir parçasını hedeflemeleri, daha yüksek satışlara ve kârlılığa öncülük etmiştir.

Ürünü ilk anda kusursuz üretmek, en çok istenilen durumdur. Çünkü daha kısa ömüre sahip olan ürünler, şirketlere dizayn hatalarını düzeltmek için zaman vermezler veya daha düşük maliyet ve yüksek kalite için ürünleri yeniden işlemeye imkân tanımazlar (Rosenblatt ve Watson, 1991).

3.14.3. Bütünleşik proje yönetimi

Bir eş zamanlı mühendislik yaklaşımı ele alındığında proje yönetimi dört ana konuda değişir:

- Ürün geliştirme prosesinde oluşan tüm faaliyetleri kapsamak üzere proje yönetimi bütünleştirilir. Bunları karşılamak için sorumluluğun yapı taşları, eş zamanlı mühendislik ekibinin üyeleri tarafından paylaşılır.

- Artan bilgi paylaşımı diğer faaliyetleri harekete geçirdiğinden, ara faaliyetlerin gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir.
- Ürün geliştirme prosesinin bilgi akışı için, hedef tarihler ve bilgiler her bir fonksiyonel alandaki işi öncelikli kılmak için kullanılır.
- Eş zamanlı faaliyetlerde bilgi yönetimine daha fazla önem verildiğinden, değişim yönetiminin önemi daha da belirginleşir (Gatenby ve diğerleri, 1994).

3.14.4. Tedarikçilerin erken ve sürekli olarak çapraz fonksiyonel ekibe dahil edilmesi

Temel ekipmanları ve komponentleri sağlayan tedarikçiler, üretim mühendisleri kadar ürün geliştirme çalışmalarına dahil edilmelidir (Şekil 3.14). Bu konu eş zamanlı mühendisliğin, Japonlar'a avantaj sağlayan yönlerinden biridir. Şüphesiz ki, ana makina üreten tedarikçi ile parça üreten tedarikçiler bu ekiplerde farklı şekilde yer alırlar. Ancak her iki durumda da kilit tedarikçiler sürekli olarak ekibe dahil edilir, diğer tedarikçiler ise ihtiyaç duyulduğunda ekibe alınırlar. Böylece eş zamanlı mühendislik, üreticiler ile tedarikçiler arasındaki ilişkilere de yeni bir boyut kazandırır. Her bir tedarikçi, ürünün başarısından fayda sağlayacaktır. Tedarikçiler, tekrar eden siparişlerle veya diğer üreticiler tarafından talep edilen benzer ürün siparişleri ile daha iyi bir konumda olacaklardır. Ayrıca tedarikçiler, ürettikleri ürünlerin performans değerlerini daha yakından izleme şansı da bulacaklardır. Başarılı tedarikçiler dünya çapında kaliteli ürünler sunacaklar ve böylece üreticiler, bu seviyedeki bir tedarikçiyi, ciddi bir gerekçe ortada yok iken, sadece daha düşük fiyat sunan tedarikçiler ile yer değiştirmeyeceklerdir (Hartley, 1992).

Ürün geliştirme çalışmalarına alınırken tedarikçiler iki önemli kritere göre değerlendirilirler. İlk olarak, tedarikçilerin özellikleri ve başarıları her yıl gözden geçirilmeli ve değerlendirilmelidir. İkinci olarak, tüm tedarikçilerin kullandıkları kalite sistemleri gözden geçirilmeli ve gerektiğinde bu konuda kendilerine katkıda bulunulmalıdır. Bu iki kritere göre değerlendirilen tedarikçiler içinden minimum bir değer üzerinde not alanlar, ürün geliştirme çalışmalarında dahil edilmelidir. Öte yandan tedarikçiler her türlü teknik bilgilerini ve birikimlerini paylaşmaya hazır olmalı ve ihtiyaç duyulduğunda parça maliyetini oluşturan tüm parametreleri ortaya koymaktan çekinmemelidirler. Bunu etkin bir şekilde gerçekleştirmenin yolu da ancak karşılıklı güvenden geçtiğinden, bu güven mutlaka oluşturulmalı ve ortak iş stratejileri geliştirilmelidir (Mortimer, 1994).

Seçilen tedarikçileri erken bir şekilde ekibe dahil etmek; tedarikçi kapasitelerini daha iyi anlamak, malzemeleri kritik yoldan kaldırmak ve tedarikçilerin dizayn kapasitelerini güçlendirmek için çapraz fonksiyonel ekiplere imkân verir (Gatenby ve diğerleri, 1994).

3.14.5. Müşterilere erken ve sürekli olarak odaklanma

Eş zamanlı mühendislik, müşteri girdilerini temin etmek ve bunlara göre davranmak için bir fırsat sağlayarak, ekibin müşteri ihtiyaçları üzerine odaklanmasına yardımcı olur. Bu, dizayn ve test kararlarının üst düzeydeki ihtiyaçlardan öte, müşterilerin bakış açısı ile verilmesini sağlar (Gatenby ve diğerleri, 1994).

3.14.6. Çoğalan bilginin paylaşımı ve kullanımı

Eş zamanlı mühendisliğin başarı ile uygulanması için ürün geliştirme prosesinin tümünde, bütün elemanlar arasında mükemmel iletişim gereklidir. Çünkü;

- Çapraz fonksiyonel ekiplerin kullanımı, ürün geliştirme prosesi boyunca fonksiyonlardan sağlanan bilginin birleştirilmesi ve kullanımı için amaçlanır.
- Eş zamanlı ürün geliştirme faaliyetlerinin başarısı, etkin iletişime ve çoğalan bilgilerin açıkça paylaşımına ihtiyaç duyar.
- Müşterilerin ve tedarikçilerin erken bir şekilde ekibe dahil edilmesi, iletişimin kalitesini ve hızını artırarak, proje geliştirme prosesini hızlandırır ve zenginleştirir (Gatenby ve diğerleri, 1994).

3.15. Eş Zamanlı Mühendisliğin Yönetim Prensipleri

Bir şirket eş zamanlı mühendisliğe başladığında, yeni yaklaşımlar konusundaki öncülüğünü de korumalıdır ve yeni bir proje başlatıldığında "çapraz fonksiyonel ekip(ler)" oluşturmalıdır. Yönetimin yapısı, yeni çalışma metodunu barındıracak şekilde değiştirilmelidir. Bu amaçla çalışma yerlerinin yeniden organizasyonu veya binaların tekrar gözden geçirilmesi faydalıdır ve üst yönetimin eş zamanlı mühendisliğe kendisini uzun dönemli adadığı mesajını verir. Başlangıçtan itibaren önemli olan hedefler düzenli olarak gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir. Örneğin yeni bir ürünün ortaya çıkarılması 54 aydan 48 aya düşürüldüğünde, bir sonraki gözden geçirmede %15 veya %25 oranında daha kısa bir süre hedeflenmelidir. Eş zamanlı mühendislik için ve eski metodu değiştirmek için ortaya konan çaba, yeni yaklaşımı yönetmek için en önemli faktördür (Hartley, 1992).

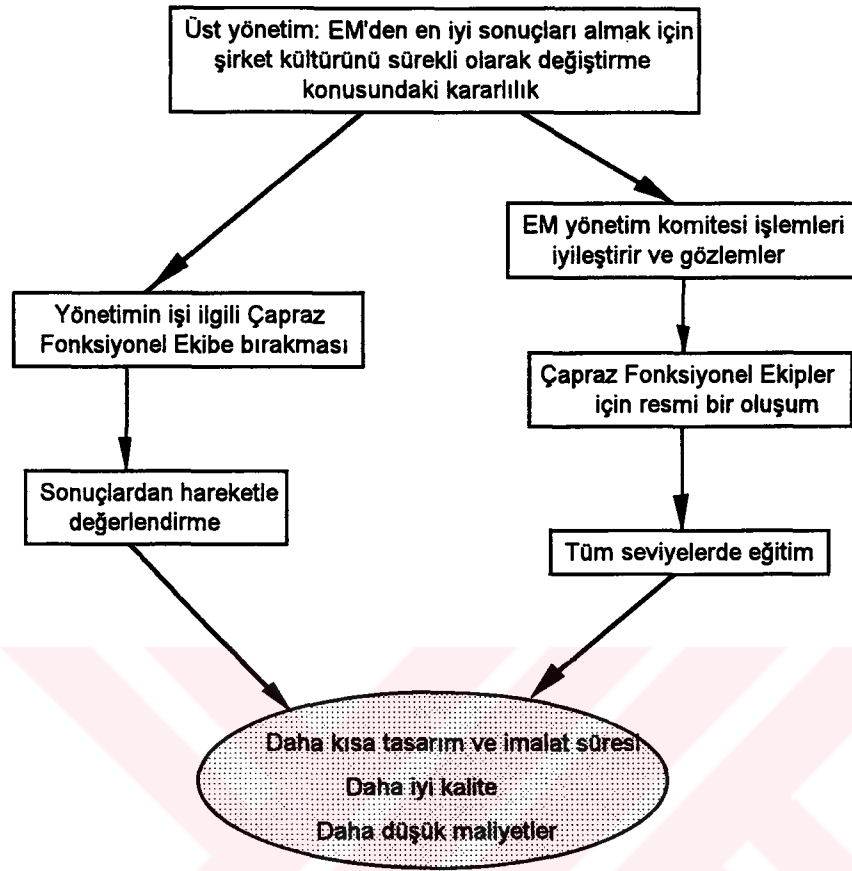
Eş zamanlı mühendisliğin, bazı önemli yönetim prensipleri ve metodolojik prensipleri vardır. Bunlardan birkaçı Şekil 3.15'de verilmiş olup şu şekilde sıralanabilir (Hartley, 1992):

- 1) Üst yönetim yetki ve sorumluluğu çapraz fonksiyonel ekibe vermeli, ancak sisteme olan katkısını oldukça net hale getirmelidir. Başkan yardımcıları eş zamanlı mühendisliğin

etkinliğini iyileştirmek için gerekli her türlü değişikliği sağlamaya hazır olmalıdır. Ayrıca gerek eğitim, gerekse yeni ekipman için gerekli yatırımın yapılmasına yardımcı olmalıdır. Çalışanlara eş zamanlı mühendisliğin devam ettiğini göstermek için çalışma yerlerindeki yazı tahtalarına/panolara düzenli bültenler asmalıdır.

- 2) Çapraz fonksiyonel ekipler için kendisini eş zamanlı mühendisliğe adanmış güçlü liderler seçilmelidir. Bunlar genellikle ürün mühendisleri olmakla birlikte bazı şirketler saha müdürünü veya bir başka fonksiyonel müdürü atarlar. Kim atanırsa atansın, bu kişi liderdir. Çapraz fonksiyonel ekip üyelerinin her biri, uygulayıcı veya potansiyel uygulayıcıdır.
- 3) Çapraz fonksiyonel ekipler için bir yapı gereklidir. Böylelikle her bir üye, kendi görev fonksiyonunu anlayabilir ve birlikte çalışabilir. Üyeler departmanlarında kendi başlarına kalmamalı, toplantıları, rutin olarak yapılan haftalık veya aylık ürün toplantılarından biri gibi algılamamalıdır. En ideali, çapraz fonksiyonel ekip üyelerinin aynı çalışma yerinde veya takım ruhu sürekli canlı kalacak bir ortamda çalışmalarınıdır. Bazı kullanıcılar "18 metre kuralı" nı uygularlar. Bu rakam, üyelerin masaları arasındaki mesafedir.
- 4) Çapraz fonksiyonel ekipler tam kadro ile düzenli toplantılar düzenlerler. Büyük şirketlerde bu ekipler, daha küçük çapraz fonksiyonel ekiplerden oluşur ve bunların çoğu omuz omuza çalışırlar. Çapraz fonksiyonel ekiplerin sık sık toplanarak, projenin o anki durumu ve ilerlemesi konusunda, üyelerini bilgilendirmeleri gerekir.
- 5) Çapraz fonksiyonel ekibin tümü, müşterilerle zaman zaman bir araya gelmelidir. Bu iş pazarlamacılar veya ürün tasarımcısına bırakılırsa, çapraz fonksiyonel ekip elemanları kendi düşüncelerine ön yargılı olunduğu izlenimine kapılabilirler. Ancak 150 kişilik bir ekibin üyelerinin bir müşteriye aynı anda gitmesi pratik olmayacağından, farklı müşterilerle farklı zamanlarda temasa geçilebilir.
- 6) Eğitim, eş zamanlı mühendislik için hayati derecede önemlidir. Yönetim tarafından kontrol edilen metodoloji, farklı teknikleri içerecek şekilde oluşturulmalı ve aşağıdaki konularda eğitim oturumları yapılmalıdır:

- Çapraz fonksiyonel ekip yaklaşımı,
- QFD, Taguchi ve DFMA gibi temel teknikler,
- İlk defada doğru yapma ihtiyacı,
- Doğru yapmak için nelerin ölçülmesi gerektiği,
- Projedeki değişik aşamalar,



Şekil 3.15. Eş zamanlı mühendisliğin başarılı bir şekilde yönetilebilmesi için önemli yapı taşları (Hartley, 1992).

- 7) Ürün dizayn mühendisleri ve üretim mühendisleri, ilgili üretim tekniklerine ait detaylar ve sınırlamalar konularında eğitilmelidirler.
- 8) Satın alma müdürleri, ürüne maliyet/performans yönünden daha geniş açıdan bakabilmeleri için yeniden eğitilmelidirler. Bu müdürler, kendi departmanlarındaki ve tedarikçilerin departmanlarındaki prosesleri daha iyi anlamalıdır. Bunlar en ucuzun en iyi olduğu fikrinden uzaklaştırılmalıdır.
- 9) Makinalara temel parçalar sağlayan tedarikçiler, projeye erken bir aşamada dahil edilmelidirler. Bunlar belli sayıdaki şirketler arasından seçilmeli ve bu şirketlerden birer eleman çapraz fonksiyonel ekibe erken bir aşamada dahil edilmelidir. Hatta General Motors'un da yaptığı gibi, bu elemanlar sürekli iyileştirme programlarına dahil edilmelidirler.

- 10) Tedarikçi kuruluşlardan mühendisler, temel bir ürünle ilgili bir prosese dahil edildiklerinde, bunlar kritik dizayn döneminde vakitlerini dizayn bürolarında geçireceklerdir.
- 11) Her bir projede temel dizayn kavramı erken bir şekilde doğrulanmalı ve belirgin müşteri onayı alınmalıdır. Daha önce de defalarca ifade edildiği gibi, müşterinin sesi bir projenin başlangıcıdır.
- 12) DFMA veya diğer uygun teknikler kullanılarak ürünün üretim proses analizi ve maliyeti tamamlanmadan, ürün kavramı ortaya konmamalıdır.
- 13) Ürün hakkında diğerlerine göre en zor konu, pazardaki veya rakip ürünlerdeki ani değişimdir. Bu durumda çapraz fonksiyonel ekipler bir yöntem geliştirmelidir. Pazardaki veya rakip ürünlerdeki ani değişimlerin iki temel nedeni vardır:
 - Uygun özellikli olmasına rağmen, ürünün pazara 6-12 hafta arası geç ulaşması,
 - Ürünün pazara zamanında ulaşması, ancak ürünün yeterli ölçüde teknolojik olmaması. Bu durumda düşük satışlar, artan servis maliyetleri ve başarısızlığa bir adım daha yaklaşma gibi sorunlarla karşılaşılır.
- 14) Çapraz fonksiyonel ekip elemanları için yükselme yolları açık olmalıdır ve elemanlar bunu bilmelidir. Genellikle bu elemanlar vakitlerinin belli bir kısmını çapraz fonksiyonel ekip çalışmalarında geçirirler ve sonra ait oldukları departmanlara dönerler.
- 15) Ekip çalışması teşvik edilmelidir. Çünkü bu, eş zamanlı mühendisliğin kalbidir.
- 16) Yöneticilerden günlük olarak değişimi desteklemeleri ve eski sistemi söküp atmaları istenir (Hartley, 1992).

3.16. Gelecekte Eş Zamanlı Mühendislik

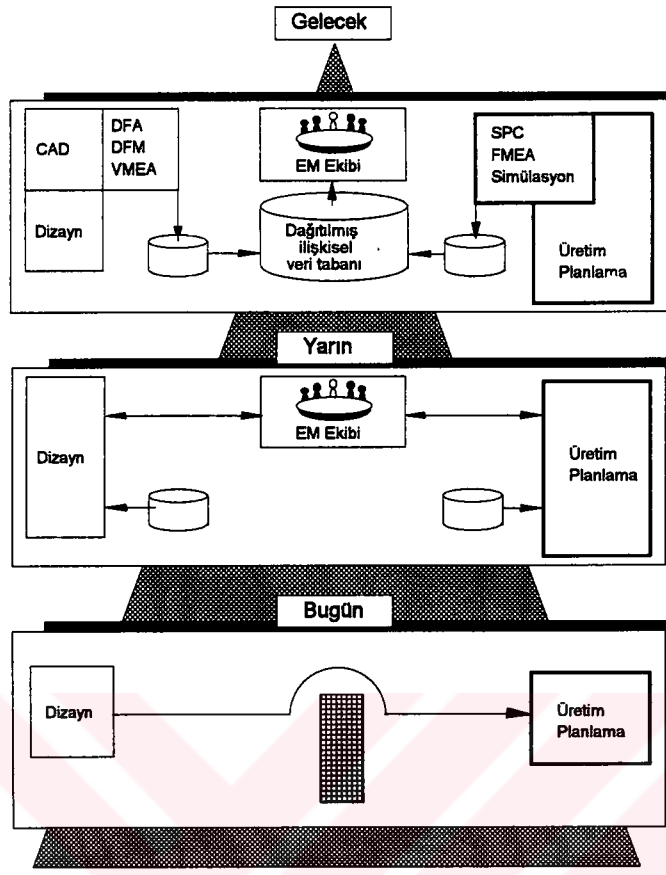
Bir şirket eş zamanlı mühendisliği içtenlikle uygulamaya başladığında, kültürü değişecektir ve değişmelidir de. Eski yönetim yapısı, özellikle bazı alanlarda muhtemelen yetersiz kalacak ve kilit faaliyetler öncekilere kıyasla daha önemli hale gelecektir. Yeni projelerde çalışan insanlar geçmiştekilerine göre daha fazla motive edilecek böylece, eş zamanlı mühendislikten sağlanacak faydalar katlanarak artacaktır. Ancak şirketteki yöneticilerin dizayna karşı yaklaşımı değişmediği sürece, tam bir fayda sağlanamayacaktır.

Bir şirketteki eş zamanlı mühendisliğin geleceğinin rastgele bir limiti ve dışarıdan sınırlandırılması söz konusu değildir. Eş zamanlı mühendisliğin tek bağlı olduğu yer,

şirketteki yöneticilerin hayal güçleri ve kabiliyetleridir. Hayal gücü gereklidir çünkü, kendi statülerinin ve etkinlik alanlarının çapraz fonksiyonel ekipler tarafından ellerinden alındığı düşüncesine kapılan bazı orta kademe yöneticileri söz konusu olabilir. Diğer bir grup da, bir şirketin yapısındaki değişikliklerden endişeleniyor olabilir. Bu gibi durumlarda üst düzey yöneticilerin dikkatleri, eş zamanlı mühendisliğin kendilerini nereye götürdüğü ancak, şirketin nereye gitmesi gerektiği konusunda olmalıdır. Bu yöneticiler, şirketin iyi organize bir durumdan, bu ekiplerden oluşan grupların farklı farklı yönlere çektiği bir duruma doğru gittiği düşüncesini kırmalıdır. Yöneticiler, daha az doğrudan kontrollu, ancak daha iyi proje kontrollu olmayı öğrenmelidirler. Zaten personelin daha fazla kontrollu bir şekilde yerleştirilmesi, değişim için geçerli değildir ve bu yaklaşım hem eş zamanlı mühendisliğin mantığına, hem de 1990'lardaki başarının mantığına terstir (Hartley, 1992).

Gelecekte, bir çok şirkette bir çok departmanın yeniden gruplandırılması gerekecektir. Böylece ürün dizayn ve üretim mühendislerinin kontrolü, bir genel müdür yardımcısında olacaktır. Buna karşılık pazarlama, satış ve servisin de diğer bir genel müdür yardımcısında olması söz konusu olacaktır. Bu ilişkileri değiştirirken bir çok şirket, ya mevcut binalarını yeniden organize edecek veya çapraz fonksiyonel ekibin görevlerini sürdüreceği yeni bir bina yapacaktır. Çapraz fonksiyonel ekiplerin çalışma yerleri, yeni binanın ortasında ve diğer departmanların arasında veya AR-GE ile diğer departmanlar arasındaki geçişin üzerinde olacaktır.

Şirketler eş zamanlı mühendislik konusunda ilk deneyimlerini gerçekleştirirken, ortamdaki ve pazardaki teknik gelişmeler ve değişiklikler devam edecektir. CAD iş istasyonlarının gücündeki artış, hızlı ve doğru sonuçlar ortaya koyacaktır. Ayrıca yazılımlara ve donanımlara ulaşma zamanında kısaltmalar söz konusu olacaktır. Böylece tüm departmanlara açık, ilişkilendirilmiş veri sistemleri oluşacaktır. Gelecekte otomatik dizayn modülleri ve dağıtılmış ilişkisel veri tabanı EM'de çekirdek araç olacaktır, Şekil 3.16. Ürün verisi ürün tasarımcıları tarafından sağlanacak ancak bunlar, sadece bir departmanın verisi olmaktan çıkacaktır. Böylece herkese açık bilgiler, herhangi bir departmandaki iş istasyonlarına yüklenecek ve ihtiyaç duyulduğunda kullanılacaktır. Böylece üretimde bu bilgiler parça imali veya kalıp imali için kullanılırken, satış departmanı da satışları arttırmak için parçanın ana hatlarını ve özelliklerini görebilecektir. Servis departmanı ise, kendisi için önemli olan kısımların konumlarını ve yerlerini bulabilecektir. Finans departmanı da, kendisine ulaşan bu bilgilerden maliyeti daha kolay hesaplayabilecektir (Hartley, 1992).



Şekil 3.16. Gelecekte eş zamanlı mühendislik (Hartley, 1992).

Böylece her bir departman, en son bilgileri görebilecek ve kavramdan dizayna kadarki işi takip edebilecektir. Bu şekilde ilgili departman, herhangi bir değişiklik istediğinde, ürün tasarımcısı yerine çapraz fonksiyonel ekipteki kendi temsilcisine müracaat ederek, ihtiyaç duyduğu değişiklik için öneride bulunabilecektir.

Öte yandan kalite ve kantite olarak artan simülasyon amaçlı paket programlar, şu ana kıyasla dizaynın bir çok yönünü simüle edebilecektir. İstatistiksel proses kontrol (SPC) bilgileri, ürünle ilgili olarak gelecekte nelerin yapılabileceği konusunda bir gösterge oluşturabilecektir.

Sonuç olarak çapraz fonksiyonel ekipler tam kadro çalıştıklarında ve, bu ekipler ve arkalarındaki diğer departmanlar böyle yazılım ve donanımlar kullandıklarında Şekil 3.17'den de görülebileceği gibi, ürün geliştirme hızı ve ürünün verimliliği önemli ölçüde artacaktır.

Dizayn işlerini hızlandırmak ve bazı veri tabanlarını güçlendirmek amacı ile, tedarikçiler sisteme dahil edilmelidir. Burada bilginin gizliliği esastır ve bir bilginin bir departmandan

diğerine ve tedarikçiye taşınması söz konusu olduğunda, oldukça dikkatli olunmalı ve bu gibi durumlarda 'password'ler, kartlar v.b. gibi sistemler kullanılmalıdır.



Şekil 3.17. Eş zamanlı mühendisliğin uygulanma amaçları (Hartley, 1992).

Çapraz fonksiyonel ekibe olan destekleri yüzünden bazı tedarikçiler, sadece bir ana üretici endüstri ile çalışabilirler veya farklı şirketlere hizmet etmek için ana şirketin yakınına ayrı bir şirket kurmak zorunda kalabilirler. Nasıl davranırlarsa davranınsınlar, tedarikçiler asıl müşterileri ile daha yakın çalışacaklar hatta bazı tedarikçiler kendi ana müşterisi tarafından yönlendirilen grubun bir parçası olacaklardır.

Sonuç olarak, gelecekte eş zamanlı mühendislik sadece onu kullanan şirketlere nüfuz etmekle kalmayıp, aynı zamanda şirketlerin temel yapısını değiştirecektir (Hartley, 1992).

4. KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI - (QFD)

4.1. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Tanımı

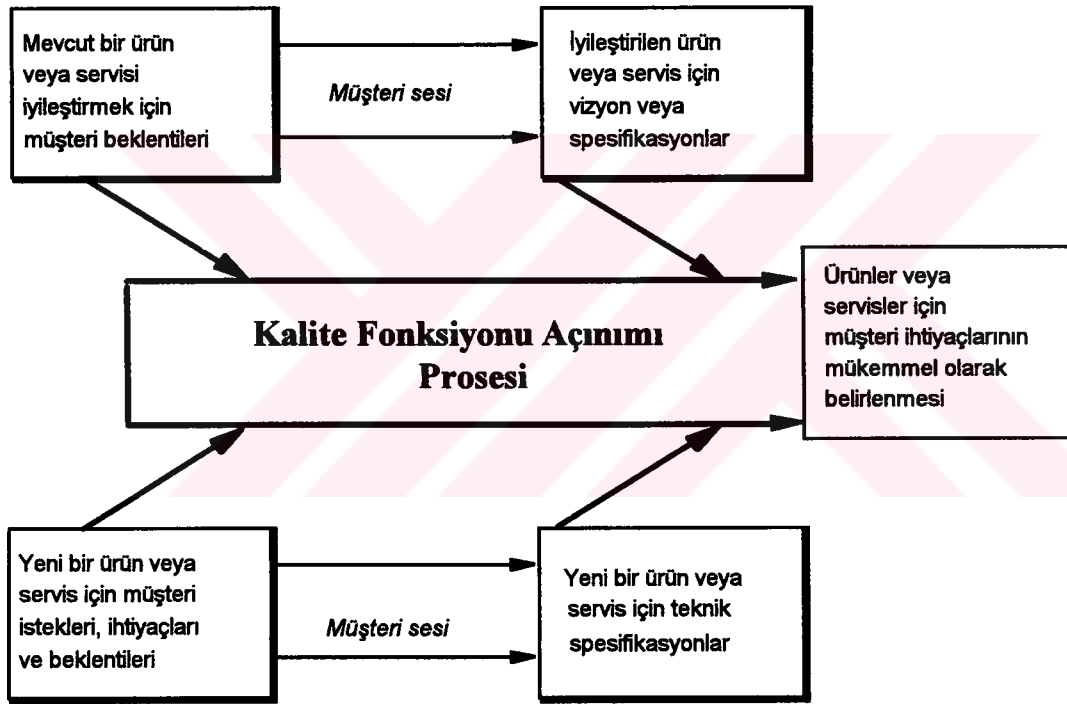
Kalite Fonksiyonu Açınımı (Quality Function Deployment - QFD) için bir çok tanım yapılabilmesine karşılık, şu tanım QFD'nin özünü çok iyi bir şekilde ortaya koymaktadır: "QFD, her bir ürün geliştirme çalışmasında pazar veya müşteri ihtiyaçlarının, ilgili teknik ihtiyaçlara, doğru bir şekilde dönüştürülmesini sağlayan sistematik bir yöntemdir". Başka bir deyişle, QFD sayesinde bir ürün geliştirme işleminde ürün planlamasının başlangıcından, ürünün kullanımı aşamasında gerekli olacak en detaylı talimatlara kadar açık bir metot yakalanabilir. Bu sonuçlar, araçların her bir aşamada birbirlerine bağlanmasını gerektirir ve bu da ancak sistematik bir yöntem sayesinde gerçekleşir. Müşterinin sesi, QFD için bir başlangıç noktasıdır ve bu, prosesi yönlendirir. Müşteriyi dinlemek, anlamak ve müşterinin ne istediğini yorumlamak, QFD'nin arkasındaki mantığın esasını oluşturur (Fortuna, 1988). "Açınım" kelimesinin Japonca'daki anlamı İngilizce'dekinden daha geneldir. Japonca'da "Açınım", faaliyetlerin genişletilmesi veya yaygınlaştırılması anlamına gelir. Böylece QFD, kaliteli bir ürünü veya servisi üretmek için sorumlulukların işletmedeki tüm birimlere yaygınlaştırılması gerektiği şeklinde ifade edilebilir (Kogure ve Akao, 1983).

King (1989) QFD'yi, müşteri ihtiyaçlarına göre bir ürün veya servis sunmak üzere kullanılan ve içinde üretici ve tedarikçilerin tüm elemanlarının yer aldığı bir sistem olarak tanımlamıştır. Sullivan (1988) ise QFD'yi, "ürün geliştirmenin ve üretiminin her aşamasında müşteri isteklerini, uygun teknik ihtiyaçlara dönüştüren bir sistem" olarak yorumlamıştır. Maddux ve diğerleri'ne (1991) göre QFD, bir ürünün en kritik karakteristiklerini belirlemede yönetimin birleştirilmiş bilgisini kullanmak için yapısal bir metot sunar. Wolfe (1994) QFD'yi, "sistem geliştirme prosesini iyileştirmek için şekilsel bir yapı" olarak tanımlamaktadır. King (1989) QFD'yi, "müşteri ihtiyaçlarına göre bir ürün veya servis dizayn etmek için bir sistem" olarak tanımlamaktadır. Akao (1990) tarafından QFD, "Her bir fonksiyonel komponentin kalitesinden başlayıp bunu her bir parçanın veya prosesin kalitesine yaymak suretiyle, sistematik olarak talepler ve karakteristikler arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak müşteri taleplerini kalite karakteristiklerine dönüştürme ve bitmiş ürün için bir dizayn kalitesi geliştirmedi" şeklinde tanımlanmıştır.

Shigeru Mizuno'ya göre QFD, organizasyonların kalite konusunda tepkisel olmaktan ziyade aktif olmalarını mümkün kılar. QFD, bir ürünün oldukça kritik karakteristiklerini tanımlamada, yönetimin kollektif bilgisini kullanmak için yapılaşmış bir metot sunar. Düşünce ve sezgileri beyin fırtınası yolu ile yönlendirmek için çapraz fonksiyonel ekipler oluşturulur (Maddux ve diğerleri, 1991). QFD, belirli ihtiyaç ve beklentileri yansıtan

müşterinin sesinin net bir şekilde algılanarak, buna yönelik bir ürün veya servisin geliştirilmesine ve açınımına yardımcı olan bir kalite güvence sistemidir. Dar kapsamda düşünüldüğünde QFD, dizayn iyileştirmelerini mümkün kılan bir organizasyon olarak algılanabilir. Geniş kapsamda algılandığında ise QFD, dizayn prosesini dökümanente eden çizelgeleri de içine almaktadır (Brown, 1991).

Özetle, Şekil 4.1'den de görülebileceği gibi QFD, müşteri ihtiyaçlarını, beklentilerini ve isteklerini, tasarımcıların ve geliştirmecilerin ürünü veya servisi ortaya koymak üzere kullanacakları gereklilikler haline dönüştürür. Uygun şekilde kullanıldığında QFD, müşterinin sesini dinlemek, müşteri ihtiyaçlarını servis veya ürün karakteristiklerine dönüştürmek ve pazar ihtiyaçlarını önceliklendirmek amacı ile kullanılabilir (Edosomua, 1993).



Şekil 4.1. Kalite fonksiyonu açınımı ve toplam müşteri tatmini (Edosomua, 1993)

QFD, Şirket Çapında Kalite Kontrol (Company-Wide-Quality-Control-CWQC) olarak adlandırılan Japon Endüstriyel Standardı Z8101-1981'i ifade etmek için bir araçlar seti olarak geliştirilmiştir (Sullivan, 1986). Bu Z8101-1981 standardı kalite kontrol kavramını, "müşteri ihtiyaçlarını sağlayan ürün veya servisleri ekonomik olarak üretmek için bir araçlar sistemi" olarak tanımlamaktadır. Ayrıca bu standarda göre, kalite kontrolün etkin bir şekilde uygulanması, işletme içindeki üst yönetimden, yöneticilerden, danışmanlardan, pazar araştırmasından ve AR-GE, üretim, satın alma, tedarikçi yönetimi, satış, servis, finansman,

personel ve eğitim gibi birimlerden de insanların içinde bulunduğu bir işbirliğini zorunlu kılar. Bu boyutta gerçekleştirilen bir kalite kontrol, "işletme çapında kalite kontrol veya toplam kalite kontrol" diye adlandırılır (Kogure ve Akao, 1983). Böylece, bu hali ile Japon CWQC yaklaşımının Amerikan Toplam Kalite Yönetimi (TKY) yaklaşımı ile eş içerikli olduğu görülmektedir. QFD yaklaşımı, stratejik planlama prosesinde kalitenin önemli bir konusunun yüzeysel bir şekilde algılanma ihtimalini azaltarak, TKY'ye yardımcı olur (Wolfe, 1994).

4.2. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Tarihçesi

QFD'nin tarihçesi bir dereceye kadar belirsizdir. QFD, Japonya'da mühendislerin dizayn proseslerinin erken aşamalarında bile kaliteyi göz önüne almaları için geliştirilmiştir. QFD'nin arkasındaki mantık 40 yıl öncesine dayanmakla birlikte, bu konuda ABD'deki çalışmalar yakın denecek bir zaman önce başlamıştır (Wolfe, 1994). Bugünkü anlamı ile ilk QFD uygulaması, Japonya'da Y. Akao tarafından 1972'de, Mitsubishi Heavy Industries Kobe Shipyard'da başlatılmıştır (King, 1989). Daha sonra bu metodoloji 70'lerde Toyota'da, otomobillerde paslanmayı önlemek amacı ile başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Böylece Toyota ve tedarikçileri, onu bir çok yönden geliştirmiştir. Bu metodoloji sayesinde, seri üretim başlatıldıktan sonra gerekli dizayn değişiklikleri önemli oranda azaltılmıştır (Hauser ve Clausing, 1988).

Bu konuda ilk İngilizce makale, Japon yazarlardan Kogure ve Akao (1983) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya göre, QFD konusunda Japonca ilk makale 1967 yılında yayımlanmış ve 1970'lerin sonlarına doğru ise bu sayı yılda 10'a kadar çıkmıştır. QFD'nin tarihçesi konusunda mevcut bir diğer çalışma da Clausing ve Pugh (1991) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya göre QFD'yi ortaya koyan düşünceler köklerini değer analizi/değer mühendisliği (value-analysis/ value engineering)'ne dayandırmaktadır. Değer analizi/değer mühendisliği kavramları 1950'lerde oldukça gündemde olmasına rağmen, spesifik QFD metodolojisi 1986'lardan sonra ABD'de popüler olmaya başlamıştır. QFD ismi altında yürütülen faaliyetler ABD'ye Japonya üzerinden gelmekle birlikte bunun Japonya kaynağı bir dereceye kadar belirsizdir. Kaynağı ve kökeni ne ve neresi olursa olsun şu bir gerçektir ki, bugün dünyada bir çok yerde bir çok kişi tarafından QFD konusu üzerinde çalışılmakta ve bu, bir çok işletmede uygulanmaktadır (Wolfe, 1994). Günümüzde QFD Japonya'da elektronik, dokuma, ev aletleri, bütünleşik devreler, sentetik kauçuk, konstrüksiyon ekipmanları ve tarımsal makina üreticileri tarafından kullanılmaktadır. Japon tasarımcıları, yüzme okulları ve toptan satış yerleri gibi servislerde, hatta yeni apartmanların yerleşim planlarının hazırlanmasında QFD'den faydalanmaktadır. Digital Equipment, Hewlett-Packart, AT&T ve ITT onu kullanmak üzere çalışmalarını başlatmışlardır. Ford ve

General Motors QFD'yi kullanmaktadır. Sadece Ford'ta 50'den fazla uygulaması vardır (Hauser ve Clausing, 1988).

QFD konusunda daha ayrıntılı bir çalışma King (1989) tarafından gerçekleştirilmiş olup bu, kendi ifadesi ile "kapsamlı QFD" olarak adlandırılmaktadır. Bu yaklaşım, yaklaşık olarak 30 matris ve çizelgeden oluşur. Hauser ve Clausing (1988) QFD konusunda yayınladıkları bir çalışmalarında, bu metodu genel yönetim metodolojisine uygulamışlardır. Bu metodoloji aynı zamanda Makabe Metodu olarak da bilinmektedir. King, Makabe Metodu'nu "odaklaştırılmış yaklaşım" olarak tanımlamaktadır. King'e göre bu metodoloji, "parça ve komponentler için iyi ancak bilgisayarlar, otomobiller ve diğer karmaşık cisimler için kötü"dür. Ayrıca King bu kavramı, "küçük iyileşmeler için iyi ancak maliyet açısından yenilikçilik için uygun değil" şeklinde ifade etmiştir. King'in bu eleştirisine karşın Makabe veya Hauser ve Clausing'in bu yaklaşımı, üst yönetim için en fazla kabul gören yaklaşımdır. Bu yaklaşım aşırı detaylar ile genel yönetimi fazla sıkmadan, tüm projenin bir görünüşünü ortaya koymaktadır (Wolfe, 1994).

Son birkaç yıldır QFD, yüksek miktardaki bilgisayar ürün ve destek elemanlarından, radyoterapi simülatörleri gibi daha düşük hacimli özel sistemlere kadar geniş bir ürün yelpazesinde uygulanmaktadır. Bazı durumlarda geliştirmeler yeni bir ürünün pazara sunulması şeklinde olmakta, diğerlerinde ise kademeli iyileşme ve modülün yeniden dizaynı söz konusu olmaktadır. Asıl ilgi, donanım veya bununla ilgili servislerden ziyade yazılıma yönelmiştir.

Uygulamalardaki bu genişlik QFD'den daha fazla faydalanılması için bir test sürecinden geçmektedir. Her bir durum, geliştirme ekipleri için yeni ve heyecan verici bir deneyim ortaya koymaktadır. Her bir durumda yeni bir hedef seti ortaya çıkmaktadır. Burada üzerinde durulması gereken asıl konu, daha ucuz, daha iyi ve daha hızlı ürünlerin pazara ulaşmasını sağlayabilmek için QFD' den nasıl daha fazla yararlanılacağıdır (Nichols ve Flanagan, 1994)

4.3. QFD Metodolojisinin Uygulanmasını Gerektiren Nedenler

4.3.1. Müşteri odaklı kalite ihtiyacının ortaya çıkması

Spesifikasyonları sağlayan bir ürünün, kaliteli ürün olduğunu ön plana çıkaran mevcut kalite anlayışı yetersizdir. Müşteriler kendi ihtiyaçlarının yanlış tanımlandığı anlarda bile, bunların karşılanmasını beklerler. Bu ihtiyaçlar, genel mühendislik spesifikasyonlarının teknik ihtiyaçlarından ziyade bir çok konuyu içine alır.

Mühendislik spesifikasyonları genelde ürün fonksiyonlarını belirler ve güvenilirliği sağlar. Üretim yapan bir çok şirkette, spesifikasyonlarda belirtilmeyen veya ürün tasarlanmadan önce detaylı olarak göz önüne alınmayan müşteri isteklerine önem verilmez. Kullanım kolaylığı, estetik, konfor ve uygunluk gibi müşteri ihtiyaçları genellikle mühendislik spesifikasyonları tarafından tamamen sağlanmaz. Ürün mühendisleri, estetiği veya insan faktörünü her zaman mühendislik dizaynının bir parçası olarak algılamazlar. Bu görev, pazarlamacılara veya diğer müşteri yönlendirmeli disiplinlere bırakılır (Kenny, 1988).

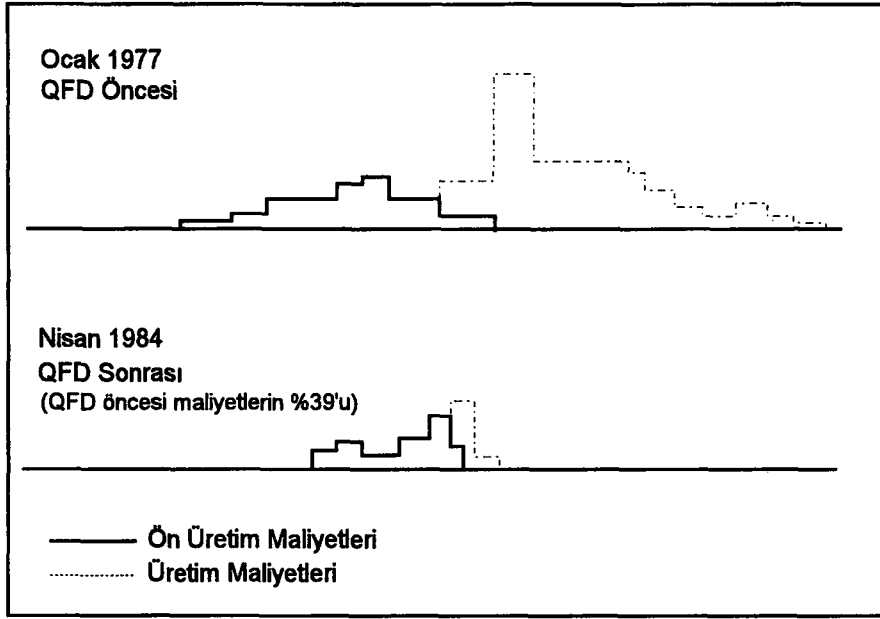
4.3.2. Dizaynda karşılaşılan zorluklar

David Garwin, müşterinin kalite ile neyi amaçladığının bir çok boyutunun olduğunu ve bunların tümünü bir defada yerine getiren ürünler dizayn etmenin temel hedef olacağını vurgulamaktadır. Stratejik kalite yönetimi, ürünün tamirinden kaçınmanın ötesinde bir kavramdır. Bu kavram, şirketlerin müşteri deneyimlerinden öğrendiklerini vurgular ve müşteri istekleri ile, mühendislerin neler sunabildiklerini bağdaştırır (Hauser ve Clausing, 1988).

Sanayi devriminden önce, üreticiler müşterilerine yakın olmuşlardır. Pazarlama, mühendislik ve üretim fonksiyonları tek bir kişide bütünleştirilmiştir. Müşteriler isteklerini direkt olarak ürüne yansıtabilmek amacıyla, üretici ile bir araya gelerek malzeme seçimi ve ilgili diğer konuları tüm yönleri ile tartışmışlardır. Daha sonra üretici, üretim prosesini dizayn etmiştir. Günümüzde faaliyetler tamamen kuruluşlar içindeki farklı departmanlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Her bir fonksiyonel departmanın kendi etkinlik alanı vardır. Ancak genellikle üretim fonksiyonları ilişkilendirilmeden kalmakta, bunun sonucunda ürün kalitesinin ve üretim proses kalitesinin zorlanacağı, yüksek maliyetlerin var olacağı, moralman bozuk bir ortam ortaya çıkmaktadır.

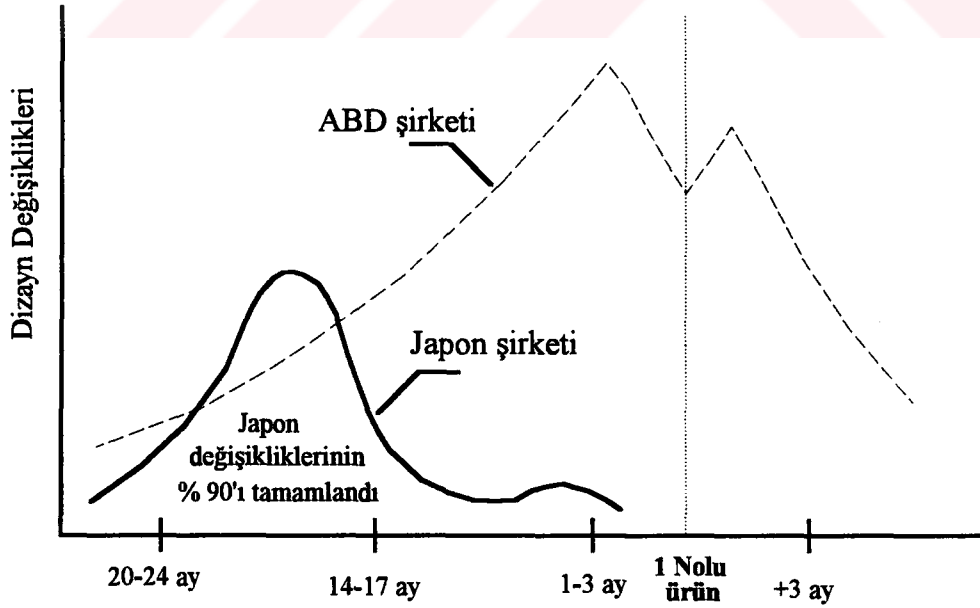
Pazarlama tekniklerinin her zamankinden daha etkili olduğu günümüzde, şirketler oldukça yüksek hassasiyetle ürünün müşteri üzerindeki etkisini ölçebilir, izleyebilir, kıyaslama yapabilir ve kalite konusunda rekabet edebilirler. Şüphesiz ki maliyetler, kaliteli bir dizaynın gerçekleştirilmesinde önemli yer tutar. İlk olarak müşteri ihtiyaçlarına bakılarak, birleşik fonksiyonlar üzerinden dizaynın gerçekleştirilmesi, çok fonksiyonlu ekiplerin kullanımı, ürün planlamadan üretim planlamaya kadar her bir aşamada etkin bir iletişim aracı ve veri tabanı olarak 'kalite evi' nin devreye sokulması; maliyetlerin, ön hazırlık ve üretim zamanlarının ve dizayn değişikliklerinin sayısını azaltacaktır (Hauser ve Clausing, 1988).

Toyota otomobil gövdesinin, QFD öncesi (1977'de) ve QFD sonrası (1984'de) başlangıç ve ön üretim maliyetleri Şekil 4.2'de gösterilmektedir. Görüldüğü gibi, QFD'nin uygulanması, maliyetleri %60'dan fazla azaltmıştır.



Şekil 4.2. Toyota otomobil gövdesinin QFD öncesi ve sonrası ön üretim ve üretim maliyetleri (Hauser ve Clausing, 1988).

Şekil 4.3 bu gerçeği, QFD kullanan bir Japon otomobil üreticisinin yaptığı dizayn değişikliklerinin sayısını, bir ABD üreticisindeki göre kıyaslayarak göstermektedir. Japon şirketinde dizayn, ilk otomobil montaj hattından çıkana kadar dondurulmakta, ancak ABD şirketi aylar sonra dahi dizayn değişiklikleri yapmaktadır (Hauser ve Clausing, 1988).



Şekil 4.3. QFD metodolojisini kullanan bir Japon otomobil üreticisi ile bu metodolojiyi kullanmayan ABD üreticisinin üründe yaptıkları dizayn değişikliklerinin zamana bağlı olarak değişimi (Hauser ve Clausing, 1988).

4.3.3. Ürün ve proses geliştirmede istatistiksel proses kontrolün yetersizliği

Amerikalı yöneticiler istatistiksel proses kontrolün (İPK), kalite ve produktivitenin artırılmasında önemli bir araç olduğuna inanırlar. Ancak İPK, Amerikalı üreticilerin gelecekteki kalite ve maliyet hedeflerini tek başına karşılamayacaktır. İPK'nın uzun vadede kalite ve maliyet konularında ortaya çıkaracağı sınırlamalar olacaktır. Şirketler İPK'yı, hatayı önlemek ve değişimleri azaltarak kaliteyi sürekli olarak arttırmak için kullanmalıdır. İPK ancak bir noktaya kadar hata önleyici bir metodolojidir. Bu, sadece üretim prosesindeki bir çok değişken yüzünden ortaya çıkan değişimleri hedefler. Yani İPK, hatanın ortadan kaldırılması ile ilgilenir ve ürün üretildikten sonra ortaya çıkan farklılıkları azaltmak için uğraşır. Ancak farklılıkların önlenmesi ve azaltılması, ürünün ömründe çok daha önceleri başlatılmalıdır.

Bütün bunlar İPK ve kontrol şemalarının gereksiz veya ilgisiz olduğunu göstermez. Kontrol şemaları Japonya'da yedi problem çözme aracından birisi olarak kabul edilir. Bu araçların ve istatistiksel düşüncenin özelliği, QFD'nin etkinliğini önemli ölçüde zenginleştirmesidir. Ishikawa'nın da ifade ettiği gibi, çalışanlar bu basit ve genel araçları kullanmak için eğitilmediği sürece, onların daha zor metotları kullanması beklenemez.

QFD, kalite problemlerini İPK'ya göre çok daha erken bir şekilde tespit etmeyi ve çözmeyi amaçlar. QFD, ürünün ve prosesin daha başlangıçtan itibaren doğru olarak algılanmasını sağlar. Bir hatayı daha başlangıçta tespit etmek, onu çok daha sonra ele almaktan hem daha kolay hem de daha ucuzdur. Bu nedenle, üretimden önce ürün ve proses dizaynını iyileştirmek daha faydalı olmaktadır. Tablo 4.1'de de görüldüğü gibi, çevresel değişkenlere karşı koruma ve ürün bozulmasını önleme sadece ürünün dizayn aşamasında oluşturulur. Ayrıca, ürün ve proses dizaynı aşamalarında dizayn optimizasyonu, üretimden kaynaklanan farklılıkları önemli ölçüde azaltır. Günümüzde ürünlerdeki karmaşıklık yüzünden ürün ve proses dizaynı, bir ürünün kalite-performans değişimlerini ve üretim maliyetlerini hesaplamada daha da önemli olmaktadır.

Tablo 4.1. Farklı değişikliklerin kaynağına karşı önleyici faaliyetlerin oluşturulabileceği ürün geliştirme aşamaları (Fortuna, 1988)

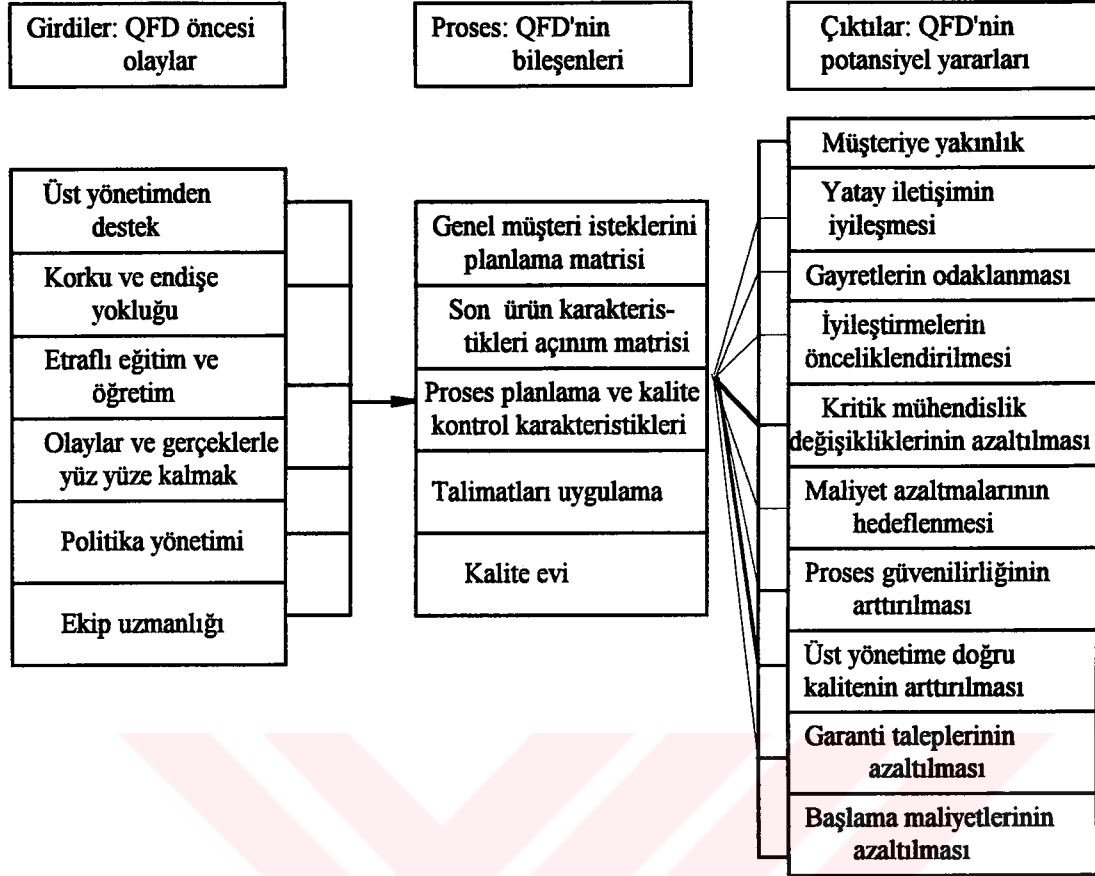
Ürün geliştirme Aşamaları	Değişikliklerin Kaynağı		
	Çevresel	Ürün	Üretim
Ürün Dizaynı	λ	λ	λ
Proses Dizaynı	x	x	λ
Üretim	x	x	λ
λ Önleyici faaliyetler mümkün		x Önleyici faaliyetler mümkün değil	

Alışlagelmiş anlamda problem çözme ve kalite geliştirmenin yanında QFD, bir ürün için ürün geliştirme prosesini daha net hedeflerle başlatma ihtiyacını ortaya koyar. Bir şirket, böyle hedefleri belirleyebilirse, proses boyunca bunları sürdürebilirse ve bunları hızla ürüne dönüştürebilirse, rekabetçi avantaja sahip olacaktır.(Fortuna, 1988)

4.4. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Yapısı

QFD için başlangıç noktası müşteri isteklerinin ve ihtiyaçlarının belirlenmesidir. Başka bir deyişle, projenin amacının ne olduğu veya şirketin sonuçta ne için çalışarak nerede olacağının bilinmesi gerekir. Hedef değerleri mümkün olduğunca spesifik bir şekilde belirlenmelidir. Çok basit ürünler hariç, müşteri ihtiyaçları (NE) ile teknik karakteristikler (NASIL) arasındaki ilişki, kısa sürede oldukça karmaşık bir hale gelebilir. Spesifik bir QFD metodolojisinde 80'den fazla QFD matrisi ve çizelgeleri bulunabilir. Ancak bu çizelgelerin bir çok ortak yönü vardır. Düzgün bir şekilde kullanıldığında bu çizelgeler, her bir müşteri ihtiyacının göz önüne alındığını ve belki daha da önemlisi, müşteri beklentilerine karşılık vermeyen hiçbir dizayn parametresinin dizaynda yer almayacağından emin olunmasını sağlamalıdır. QFD matrisi basit bir kavram olmakla birlikte, ancak bu şekilde her iki bilgi seti (NE-NASIL) sistematik olarak birbiri ile ilişkilendirilmektedir. Matris herhangi bir ürün veya servisin bir çok kritik noktasına mantıklı ve derinlemesine bakılmasını sağlar (Fortuna 1988). Her bir QFD çabası, seçilen uygulama alanına göre düzenlenmelidir. Detayların seviyesi, açınının seviyesi vb. konular her bir uygulama için aynı değildir (Wasserman, 1993).

Kathawala ve Motwani'ye (1994) göre QFD, Şekil 4.4.'deki gibi üç bileşenli bir sistem modelidir. Bu model, QFD uygulama prosesi için girdiler olan kritik faktörleri (veya ön koşulları), QFD'nin farklı bileşenlerini ve QFD'nin uygulanmasının organizasyona sağladığı potansiyel faydaları gösterir. Benzer bir model, QFD'yi uygulamayı düşünen bir organizasyon tarafından kullanılabilecek bir çatı sağlar.



Şekil 4.4. QFD'nin üç bileşeni: Bir sistemler modeli (Kathawala ve Motwani, 1994)

4.5. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Elemanları

QFD'nin temel bileşenleri, Çapraz Fonksiyonel Ekipler ve Kalite Evi olarak sıralanabilir. Her bir bileşen, verilen bir projenin faaliyet alanını karşılamak için ayarlanabilir ve daha da önemlisi uyarlanabilirlik, başarılı bir QFD uygulamasının kalitesinin bir göstergesidir.

4.5.1. Çapraz fonksiyonel ekipler

QFD ekibi, bir ürün geliştirme prosesinde yer alan temel çalışma gruplarının her birinden temsilcileri ihtiva eder. Karmaşık bir ürünün pazarlandığı bir firma için ekip, bir pazarlama temsilcisini, sistem mühendisini, proje yöneticisini, devre tasarımcısını, yazılım tasarımcısını, sistem güvence uzmanını, fiziksel tasarımcıyı, üretim mühendisini ve ürün destek uzmanını içerebilir. Bu bir çapraz fonksiyonel ekip olduğundan her bir üye, kendi fonksiyonel alanları ile ilgili proseslerin kapasiteleri ve ihtiyaçları hakkında diğer üyelere bilgi aktarır. Her bir üye, müşteri değerlerinin açık ve net anlamını yakalar. Bu yeni kurulan kollektif anlayış, ekip üyelerine kendi fonksiyonel alanları ile ilgili potansiyel ürün geliştirme zorluklarını belirleme fırsatı sağlayacaktır.

Ekip üyeleri, kendi ilgi alanlarında temel bilgilere sahip olmalı ve ekipte hizmet etmek için istekli olmalıdırlar. Ayrıca bunlar, ürünün pazarda başarılı olmasını etkileyecek olan kararları almak üzere yetkilendirilmelidirler. Projenin türüne bağlı olarak ekipler tipik olarak haftada iki ile altı kez toplanırlar. Bazı özel durumlar hariç, her bir üye bu toplantılara katılmalıdır.

Ekipler fikir birliği doğrultusunda hareket ederler. Bu yüzden konular, her bir ekip üyesi tarafından desteklenen bir karara varılincaya kadar tartışılır. Genellikle belirlenen bir ekip lideri vardır ve bu lider, prosesi işler durumda tutmakla yükümlüdür (Brown, 1991).

4.5.2. Kalite evi

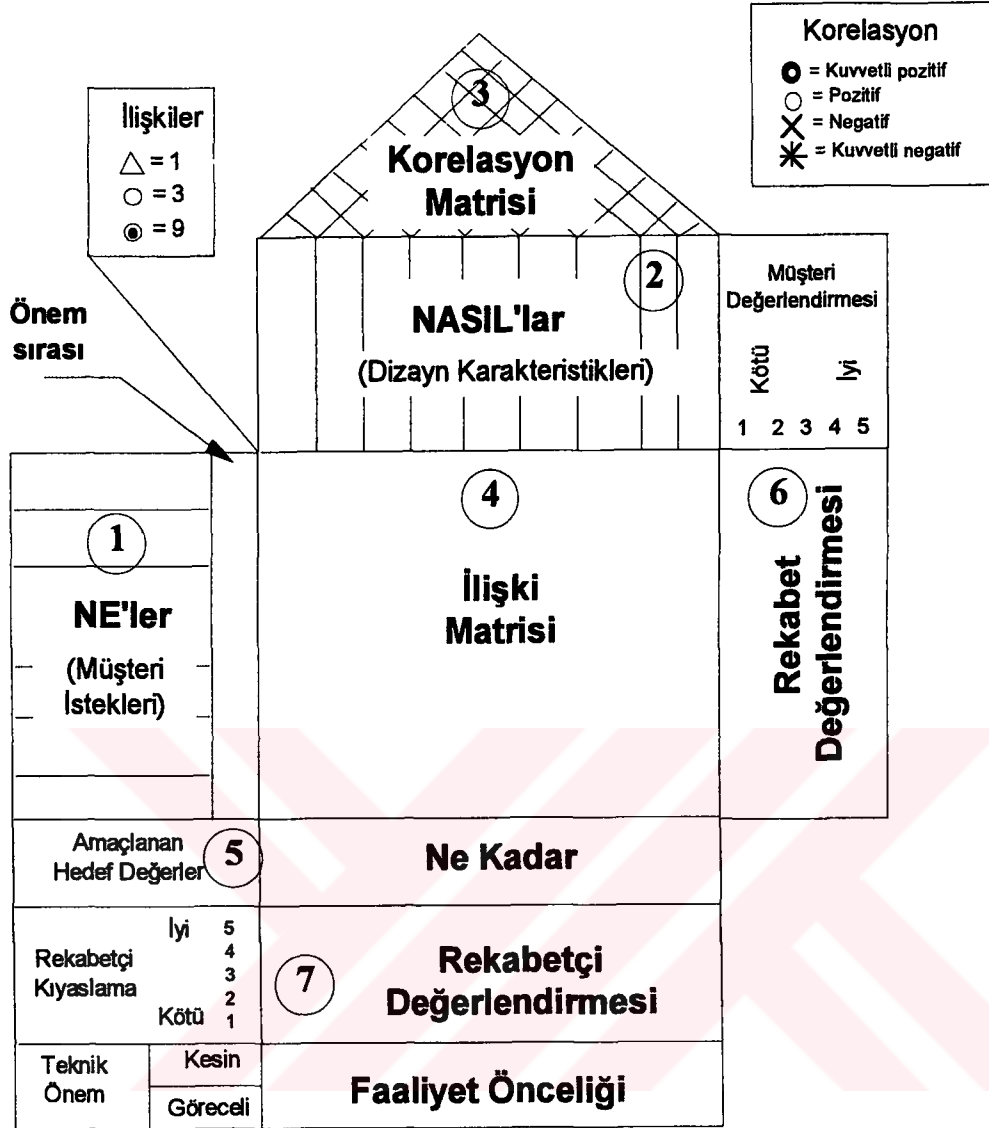
QFD'nin temel dizayn aracı olan kalite evi, ürün veya servis geliştirme ve sunmada yararlanılan bir tür kavramsal haritadır. Kısaca kalite evi, içinde müşteri ihtiyaçlarının ve ilgili üretim adımlarının sıralandığı ve birbirleri ile ilişkilerine bağlı olarak önceliklendirildiği detaylandırılmış bir matristir. İyi tasarlanmış bir Kalite Evi, aşağıdaki sorulara rahatlıkla cevap verecek şekilde oluşturulur (Kathawala ve Motwani, 1994):

- Müşteri istekleri nelerdir?
- Tüm istekler eşit şekilde önemli midir?
- Arzu edilen ihtiyaçları karşılamak, ürüne rekabetçi bir avantaj sağlar mı?
- Ürün nasıl değiştirilebilir?
- Mühendisler, müşteri yönlendirmeli kaliteyi sağlamada ne kadar etkindirler?
- Teknik karakteristiklerden birinin değişimi diğerlerini nasıl etkiler?

4.5.2.1. Dış müşteriler için kalite evi

Şekli dolayısı ile bu ismi alan QFD'nin grafiksel gösterimi, QFD işlemi boyunca ekibi yönlendiren bir iskelet sağlar. Kalite evi, müşteri ihtiyaçları hakkındaki bilgileri, üründe bu ihtiyaçları ortaya koyan teknik karakteristikleri ve en fazla müşteri tatminini sağlayan teknik karakteristiklerin ne olduğuna karar vermek üzere, kriterleri içerir (Brown, 1991).

Hauser ve Clausing'in çalışması, Japonya'daki Kobe Tersane'lerine atfedilen QFD şemalarının yaratıcı bir fonksiyonunu tanımlar. Bu kombinasyon ev şeklinde bir yapıya dönüştürülerek "Kalite Evi" olarak adlandırılmıştır. Şekil 4.5.'den de görüldüğü gibi kalite evi, QFD işleminde fonksiyonlar arası planlama ve iletişim için bir yöntem sağlayan kavramsal bir haritadır. Farklı disiplindeki ve sorumluluktaki kişiler, kalite evinin yapısına bağlı kalarak dizayn önceliklerini enine boyuna gözden geçirebilir (Hauser ve Clausing, 1988)



Şekil 4.5. Kalite evini oluşturan kısımlar (Cartin, 1993)

Kalite evinin, başlangıcından son satırına kadar nasıl doldurulacağı konusunda kesin bir kural yoktur. Ancak kalite evi, ekibe hedefleri tesbit etmede yol gösterir ve bu da evin son satırında yer alır. Mühendisler için kalite evi, temel bilgileri kullanılır bir formatta özetlemek amacıyla bir metodoloji sunar. Pazarlama yöneticileri için, kalite evi müşteri sesini yansıtır. Genel müdürler kalite evini stratejik konulara ışık tutması açısından kullanırlar. Gerçekte kalite evi, her bir grubu diğer bir grubun önceliklerini ve hedeflerini anlamaları konusunda birlikte çalışmaya teşvik eder. Kalite evi hiçbir kimseyi çok zor kararlar almaya zorlamaz. O, tüm katılımcılara öncelikler konusunda tartışma ortamı sunar (Hauser ve Clausing, 1988).

Kalite evi konusunda gizli kapaklı veya belirsiz herhangi bir işlem yoktur. Bunun oluşturulması konusunda herhangi bir zorluk da yoktur. Ancak bu, üzerinde biraz çalışmayı ve deneyimi gerektirir. Karşılaşılan uygulamalarda, 100'ün üzerinde müşteri beklentisi ve 130'dan fazla mühendislik özellikleri olan projelere rastlanmıştır (Hauser ve Clausing, 1988).

Bazı uygulamalarda müşteri isteklerinin yer aldığı liste hızlı bir şekilde uzayarak, matrisin kısa zamanda kontrolden çıkmasına sebep olur. Böylesine çok boyutlu bir matris, isteklere hızlı bir şekilde cevap veremeyecektir. Zaman son derece değerli olduğundan, önemsiz olan müşteri isteklerini ve dizayn NASIL'larını yok etmek mantıklı olabilir. Bu amaçla, farklı pazar bölünmelerine gitmek bir çözüm oluşturabilir. Philip Kotler'e göre pazar bölünmesi, "Bir pazarı farklı ürünlere ve/veya pazarlama karışımlarına ihtiyaç duyabilen alıcıların farklı gruplarına bölme işlemidir". Bağımsız ve bazı durumlarda tekrarlı müşteri istekleri her bir bölüm için çizilebilir. Müşteri istekleri ve dizayn karakteristikleri arasındaki ilişki her bir bölüm için belirlenebilir. Bu yapıldığında bir çok müşteri isteği ve dizayn karakteristiğinin tüm bölümlerde aynı olduğu ortaya çıkacaktır. Bunlar da yok edildiğinde matrisin önemli ölçüde daraldığı görülecektir (Hunter ve Landingham, 1994).

Aşağıda kalite evini oluşturan alanlar ayrı ayrı ele alınmış ve bu, basit bir örnek üzerinde gösterilmiştir.

Alan 1 (Müşteri Atıfları - MA): Müşteri atıfları, müşteri gözündeki ürün gereksinimleridir. Ürün geliştirme ekipleri, müşteri istekleri ve beklentileri konusunda kapsamlı ve doğru sayılabilecek bilgilere sahip olabilirler. Ancak bu bilgiler her zaman doğru ve güncel olmayabilir (Liner, 1992). Doğru müşteri bilgileri elde etmenin bir çok yolu vardır. Pazar araştırması hangi ürün özelliklerinin müşteriler için önemli olduğunu, müşteri ihtiyaçlarını, tatminini ve müşterilerin neden o ürünü satın aldığını belirlemede önemli rol oynar. "Müşteriler üründen ne beklemektedir?" ve "Müşteri neden ürünü satın almaktadır?" soruları, müşteri atıflarını belirlemede önemli sorulardır. Müşteri ihtiyaçları konusundaki bilgiler, pazar araştırmasının yanında diğer kaynaklardan da gelir. Satış elemanları müşteri ihtiyaçları, beklentileri ve önerileri konusunda ilk elden bilgilere sahiptirler. Ürünü tamir eden teknisyenler, üründeki hasarın nedenlerini anlar ve müşterilerin görüşlerini duyarlar. Tasarımcılar ve mühendisler, zamanlarının bir kısmını satışta ve tamirde harcadıklarında çok şeyler öğrenebilirler (Evans ve Lindsay, 1993).

Müşteri istekleri makul olmalı, müşteri tarafından açıkca ortaya konmalı ve mühendislerce de doğru olarak anlaşılmalıdır. Bazen ekip, akademik bilgileri taze olan yeni mühendisler ile benzer problemleri daha önceden çözerek tecrübe kazanmış eski mühendislerin karışımından oluşabilir. Ekip, elemanlarından bazılarını yüz yüze görüşme yapmak üzere müşterilere

gönderebilir veya benzer konuda karşılaşılan problemlerin çözüldüğü ürünleri incelemek üzere görevlendirebilir. Uygun bir ürün geliştirme ortamında mühendisler, direkt olarak üzerinde anlaştıkları ürünü dizayn etmezler. Bu bilhassa, geliştirilmesi uzun zaman alacak yeni ürünler için daha belirgindir. Bu süre zarfında pazarın tümü değişmiş olabilir ve bu şekilde şirket, modası geçmiş ürünler sunabilir. Bunun yerine, ürün geliştirmede çalışan mühendisler müşterilerle sürekli temas halinde olmalı ve zamanla değişen müşteri beklentilerini takip ederek bunları ürünlerine yansıtmalıdır (Carter ve Baker, 1992).

Kalite evini hazırlamada Alan 1'deki satırlar, uygun bir sınıflandırma ile organize edilen müşteri atıflarını (MA) gösterir. Bu atıflar, müşterinin ürünü ve ürün karakteristiklerini değerlendirmek için kullandığı kavramlardır. Bu örnekte bunlardan sadece birkaçı verilmiştir. Tipik bir örnekte bu atıflar 30 ile 100 arasında olabilir. Bazı Japon şirketleri kendi ürünlerini orta yerde ve herkese açık bir alanda sergilerler ve potansiyel müşterilerin gelip ürünü incelemelerini teşvik ederler. Bunu yaparken de dizayn ekibinin elemanları insanların ürün hakkında neler söylediklerini dinlerler ve not ederler. Ancak genellikle odak grupları üzerinde, ayrıntılı kalitatif görüşmeler yapılarak ve diğer teknikler kullanılarak daha ciddi pazar araştırmaları yaptırılır (Hauser ve Clausing, 1988).

Müşteri atıfları;

- Müşteri ihtiyaçları,
- Müşteri istekleri,
- Müşteri beklentileri,

şeklinde olabilir.

Genellikle belli bir noktayı vurgulayan MA'lar gruplar halinde toplanırlar. Örneğin "performans", "desteklenebilirlik" gibi. Genellikle proje ekibi bu atıfları, uzlaşarak gruplara ayırır. Ancak bazı şirketler modern araştırma teknikleri kullanarak, bu gruplaşmayı direkt olarak müşterilerin kendi tepkisinden algırlar. Böylece bu durumda, ekip toplantılarında tartışmalardan kaçınılmış olunur (Hauser ve Clausing, 1988).

MA'lar genellikle müşterinin kendi kelimeleri ile ifade edilir. Deneyimli kalite evi kullanıcıları, müşterilerin kendi ifade biçimlerini ve hatta deyimlerini korurlar ve bunu yaparken de bu isteklerin ürün planlamacıları, dizayn mühendisleri, üretim mühendisleri ve satış sorumluları tarafından eş zamanlı olarak ürüne yansıtılacağını bilirler. Şüphesiz bu, "yorum" problemini gündeme getirir. Müşteri, "yüksek taşıma kapasitesi" veya "hızlı" demekle neyi kastetmektedir? Tasarımcıların kelimeleri ve müdahaleleri müşterinin gerçek düşüncesini daha az yansıtabileceğinden, eksik veya yanlış dönüşüm, ekipleri müşterinin

önemsiz gördüğü problemlerle uğraşmak zorunda bırakmak sureti ile yanlış yönlendirebilir. Bu arada tüm müşteriler son kullanıcılar değildir. MA'lar düzenleyicilerin isteklerini, satıcının ihtiyaçlarını, vb. gibi üçüncü şahısların isteklerini de içerebilir.

Bazı yenilikçi uygulamalarda şirketler, müşterilere kendi tercihlerini mevcut veya olduğu varsayılan bir ürüne göre yapmalarını sağlayan istatistiksel teknikler kullanırlar. Bazı şirketler ise "açığa vurulan tercih tekniklerini" kullanırlar. Bu teknik müşteri isteklerini, müşterilerin kendi hareketlerinden ve kelimelerinden yola çıkarak değerlendirir. Bu teknik daha pahalı ve uygulaması güç, ancak daha doğru sonuçlar veren bir teknik olarak bilinir. Tercihler eşit derecede önemli midir? Bazen bir tercih ile diğer bir tercih birbirleri ile çatışma içinde olabilir. Bu gibi durumlarda yaratıcı bir çözüm her iki tercihi de yerine getirebilir. Ancak genellikle tasarımcılar, tercihler arasında birini diğerine karşı kullanmak zorunda kalabilirler.

Bu alanda müşteri atıflarını önceliklendirmek için "Göreceli Önem" diye bilinen bir sütun yer alır ve bu genellikle % olarak ifade edilir. Bu %'lerin toplamı, %100 olmalıdır. Bu derecelendirme, ekibin müşteriler konusundaki doğrudan deneyimlerine veya tespitlerine göre yapılır (Hauser ve Clausing, 1988).

Alan 2 (Mühendislik veya Servis Karakteristikleri - MK): Tasarımcı, ürünü mühendislik lisanı ile tanımlamak zorundadır (Hauser ve Clausing, 1988). Bu alandaki sütunlar, teknik özellikler veya mühendislik karakteristikleri içindir. Alan 1 tasarımcıya ne yapması gerektiğini gösterir, Alan 2 ise bunun nasıl yapılması gerektiğini açıklar. Bu karakteristiklerin oluşturulması ürün performans spesifikasyonlarına, mevcut teknik ürün bilgi tabanlarına ve ekibin beyin fırtınasına ve bunların kombinasyonuna bağlıdır (Liner, 1992). Bu karakteristikler ölçülebilir terimlerle ifade edilmelidir, çünkü ancak bu şekilde sonuçlar kontrol edilebilir ve amaçlanan hedef değerleri ile kıyaslanabilir (Hauser ve Clausing, 1988). Alan 5'in ilk satırı, kullanılan bu teknik spesifikasyonların birimlerini gösterir. Kullanıcı ihtiyaçlarından teknik spesifikasyonlara gitme, kalitatif değerlendirmeleri kantitatif değerlendirmeye dönüştürerek gerçekleştirilir. Bu zor problem, "Feigenbaum'un darboğaz"ı olarak bilinir (Wolfe, 1994).

Alan 2'de yer alan MK'ların her biri, bir veya daha fazla MA'yı etkiler. Bu etki bazen pozitif bazen de negatif olabilir. Standart bir MK herhangi bir MA'ya etki etmiyor ise, kalite evinde MK listesinden çıkarılabilir veya böyle durumlarda dizayn ekibi, bir MA'yı gözden kaçırmış olabilir. Öte yandan herhangi bir MK tarafından etkilenmeyen bir MA, ürünün fiziksel özelliklerini iyileştirmek için bir imkân sunar (Hauser ve Clausing, 1988).

Ekipler MK'ların yorumlanmasında, belirsizliklerden ve hızlı değerlendirmelerden kaçınılmalıdır. Bu süre içinde, beyin fırtınası yöntemi kullanılarak, her bir karakteristik için sabırlı ve sistematik bir analiz gereklidir. Bu konuda karşılaşılan her bir belirsizlik, müşteri beklentilerini daha az karşılayan bir ürün demektir. Öte yandan önemsiz karakteristikler ekibin etkinliğini azaltır ve yaratıcılığını köreltir (Hauser ve Clausing, 1988).

Alan 3 (Çatı Matrisi): Bu alan evin çatısı olup, bunun sayesinde bir çok mühendislik parametreleri arasındaki etkileşim ortaya konarak, mühendislik karakteristiklerinin birbirlerini nasıl etkilediği tespit edilir (Wolfe, 1994).

Bir hedef özelliğin, diğer bir çok özelliği olumsuz yönde etkileyebildiği durumlarda ekip bu özellikten vazgeçebilir. Bu çatı matrisi aynı zamanda MK'lar arasındaki değişimin ve birbirinin yerini almasının gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Böylece bu çatı, MK'lar arasında bir dengenin oluşturulması konusunda mühendislere çok önemli bilgiler sağlar. Bu ilişkileri göstermek için farklı semboller kullanılır. Bazı durumlarda "⊙" sembolü çok güçlü bir ilişkiyi, "O" güçlü bir ilişkiyi, "Δ" ise zayıf bir ilişkiyi göstermek için kullanılır (Evans ve Lindsay, 1993). Bir başka gösterim tarzında ise çatışma "X" ile, zayıf ilişki "X" ile, kuvvetli sinerji "}" ile, zayıf sinerji ise "}" ile gösterilir. Şekil 4.5'deki örnekte görüldüğü gibi maksimum hızı artırma, sistemin taşıma kapasitesine ve güvenilirliğine ters yönde etki edecektir (Wolfe, 1994).

Alan 4 (İlişki Matrisi): Bu alan, her bir son kullanıcının düşüncesinin bir dizayn kontrol parametresi tarafından ortaya konduğu yerdir. Her bir teknik spesifikasyon kolonunun ve müşteri beklentileri satırının kesişimi, kalite evinin ortasında bir alan oluşturur. Bu alanlar, bu çiftler arasındaki ilişkileri içerir (Wolfe, 1994). Burada her bir MK'nın her bir MA'yı nasıl etkilediği gösterilir. Ekip bu değerlendirmelerde uzman mühendislik deneyimlerinden, müşteri davranışlarından, istatistiksel çalışmalardan veya kontrollü deneylerden sağlanan bilgiler ışığında uzlaşmaya varır. Ekip bu ilişkileri ortaya koyarken rakamlar veya semboller kullanır. Bazı ekipler deneylere veya istatistiğe dayalı ilişkiler için kırmızı semboller; sezgisel veya kanaat kullanılarak yapılan değerlendirmeler için de kurşun kalemle işaretlenmiş semboller kullanırlar. Bazı ekipler ise, istatistiksel çalışmalardan elde edilen rakamları kullanırlar (Hauser ve Clausing, 1988). Burada kullanılan semboller çatıdaki sembollerin aynısıdır. Bir ihtiyacı doğrudan karşılayan parametreler "}" ile; bir ihtiyacı dolaylı veya zayıf olarak karşılayan parametreler "}" ile, tamamen çatışma halindeki parametreler "X" ile ve zayıf çatışma halindeki parametreler ise "X" ile gösterilirler. Şekil 4.6'daki "Güvenilir" açıklamalı kullanıcı ihtiyacı, "ortalama hasar süresi" şeklinde teknik karakteristiklere dönüştürülmüştür. Çok büyük bir hasar süresi, kullanıcı ihtiyaçlarından çok yüksek maksimum hız ile "zayıf" bir şekilde çatışmaktadır. Diğer bir şekilde maksimum hız

Alan 5 (Objektif Ölçüler): Ekip, müşteri sesini belirledikten ve bunları mühendislik karakteristikleri ile ilişkilendirdikten sonra, "Objektif Ölçüler" olarak bilinen bir alanın oluşturulmasına geçer (Hauser ve Clausing, 1988). Bu alan, üreticilere Alan 2'de verilen teknik ölçüleri kullanarak kendi mevcut ürünlerini rakiplerinin ürünleri ile kıyaslama imkânı sağlar (Wolfe, 1994). Objektif ölçüler biliniyorsa ekip, kendi hedef değerlerini belirlemek üzere hareket eder. Bu değerler yeniden dizayn edilecek bir üründe, her bir mühendislik karakteristiği için yeni ideal değerlerdir. Mühendisler bu hedef değerleri ifade etmek amacıyla her bir MK için bir birim belirlerler (kilogram, metre/saniye, desibel, vb.) (Hauser ve Clausing, 1988). Alan 5, geliştirilecek sistem için uyarlanmalıdır. Şekil 4.6, sadece üç üreticinin olması durumunda bu alanın nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Kalite evi, çok daha fazla sayıda alternatif olması durumunda da kullanılabilir. Bu gibi durumlarda Alan 5 yeniden dizayn edilmelidir (Wolfe, 1988).

Alan 6: Bu alan, Alan 5 ile verilen fikri grafiksel olarak devam ettirir. Burada 1'den 5'e kadar olan bir ölçekte Alan '5'te belirlenen her bir alternatifi, ilgili fonksiyonel ihtiyaçları nasıl karşıladığı gösterilir. Kendi rakiplerini yakalamak hatta aşmak isteyen şirketler, öncelikle rakiplerine göre nerede olduklarını bilmek isterler. İdeal olarak bu değerlendirmeler müşterilerin bilimsel olarak ankete tabi tutulması sureti ile elde edilir. Farklı müşteri dilimleri, ürünleri farklı şekilde değerlendirirler ise, ürün planlama ekip elemanları her bir dilim için değerlendirmeler yaparlar. Şekil 4.6'daki örnek, üreticinin "Biz" mevcut sisteminin "Hızlı" kriterinde nasıl 5 olarak atandığını ve diğer kriterlerde ise (x) doğrusu ile gösterildiği gibi, çok daha kötü olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde aynı grafik, "Hızlı" kriteri için rakip B'nin 1 değeri ile en kötü olduğunu ve (+) doğrusu ile gösterildiği gibi, diğer alanlarda ileride olduğunu göstermektedir. Alan 5'in değiştirilmesinin zorunlu olduğu yerlerde Alan 6 da yeniden dizayn edilmelidir (Wolfe, 1988).

Kalite evini kullanan üreticiler, bu alan sayesinde o anki kendi ürünlerini diğer rakip şirketlerin ürünleri ile kıyaslamaktadır. Rekabetçi değerlendirmesi, rakip ürünlerin belirgin üstünlüklerini ve zayıflıklarını ortaya koymada yardımcı olur. Bu ise tasarımcıya iyileşmeye açık noktaları belirlemede kolaylık sağlar. Bu aynı zamanda, QFD'yi şirketin vizyonu ile birleştirir ve dizayn prosesinde önceliklerin belirlenmesinde yardımcı olur. Örneğin bir

Bu ekibin seçtiği ürünün karmaşıklığına ve analizin derecesine bağlı olarak, belirli bir proje için bir kalite evi, diğerlerinden farklılıklar gösterebilir. Özellikle günümüzde bir çok proje, müşteri esaslı bilgilerle ilgili olarak rekabetçi değerlendirme bilgileri içerirler ve rakip firmaların bu teknik ihtiyaçların ne kadarını karşıladıklarını gösterirler (Brown, 1991). Kalite evinin hazırlanması konusunda kesin kurallar yoktur. Belirli bir ekip için geçerli olan semboller, çizgiler ve konfigürasyon başka bir ekip için iyi sonuçlar vermeyebilir (Hauser ve Clausing, 1988). Bazı QFD uygulayıcıları, hazırladıkları QFD tablolarını, bu konuda bilgisi olan müşterilerine göstererek bu şekilde hem aralarındaki iletişimi artırırlar, hem de çalışmalarının doğruluğunu kontrol ederler (Liner, 1992).

4.5.2.2. İç müşteriler için kalite evi

İç müşteriler için kalite iyileştirme programlarının uygulanması, organizasyonların pek çoğu için problemler meydana getirir. Genellikle nereden başlanacağı ve nelerin gerekli olduğunun saptanması zordur. Burada müşterinin kim olduğu ve ürünün ne olduğu önemlidir. Bir kalite iyileştirme programını uygulama, organizasyon içinde tedarikçiler ile müşteriler arasında güçlü ve odaklanmış bir bağa ihtiyaç duyar. Bu bağ sayesinde başarılı bir program için ihtiyaç duyulan geri besleme gerçekleştirilebilir.

İç müşteriler için kalite evini hazırlamak amacıyla, organizasyon içindeki müşteri-tedarikçi ilişkilerini belirlemek önemlidir. Genellikle iç müşterinin kim olduğunu belirlemek zordur. Proses akış şemaları bu ilişkileri tanımlayabilir. Bu şemalar, prosesler arasındaki belirgin ayrılıkları gösterir ve her proses için müşteriye ve tedarikçiye belirler.

İç müşteriler için kalite evinin hazırlanmasındaki adımlar şu şekilde sıralanabilir:

Adım 1: Ürün Karakteristiklerinin belirlenmesi

İç müşteriler ile tedarikçiler toplanarak ürün karakteristiklerini belirlemelidir. Bu karakteristikler, müşterinin ne istediğini gösterirler. Belirleme işlemi iki veya daha fazla iterasyon olabilir. Birden fazla iterasyon hem müşteri hem de tedarikçiler için rağbet gören amacı netleştirecektir.

Adım 2: Karakteristiklerin Puanlanması

Müşteri, aynı zamanda onun göreceli önemini göstermek için her ürün veya servis karakteristiği için bir ağırlık sağlamalıdır. Her bir karakteristik için bir performans derecesi verilmelidir. Bu dereceler uygun bir şekilde 1'den 5'e doğru ölçeklendirilir. Uygun değer diyagramda çember içine alınmalıdır. Tüm değerlerin, her bir performans derecesinin

karşılığı olan ağırlıkla çarpılıp toplanması gerekir. Bu, dış müşteriler için hazırlanan kalite evinden bir derece farklılık gösterir; çünkü iç prosesler incelendiğinden, işletmeyi rakiplerle kıyaslamak için bir pazar araştırması yapılmamaktadır.

Adım 3: Tedarikçi performans değişkenlerinin belirlenmesi

Tedarikçi, iyileşmeyi sağlamak için hangi karakteristiklerin veya ilgili prosesin değiştirilebileceğini saptamalıdır. Tedarikçi, müşteri ile çalışarak, müşteri tarafından beklenen karakteristikleri etkileyebilecek performans değerlerinin bir listesini hazırlamalıdır. Doğru belirlemeleri yapmak için bu işlem birden fazla iterasyonla yapılabilir. Bunlar tedarikçilerin müşteri karakteristiklerini nasıl etkileyeceğini gösterirler. Şeklin ortasındaki bir matris türü tablo, performans değişkenleri ile müşteri karakteristikleri arasındaki ilgili ilişkileri gösterecektir. Bu ilişkileri zayıf, güçlü veya daha güçlü şeklinde belirlemek yaygındır.

Adım 4: Tedarikçi Performansının Değerlendirilmesi

Tedarikçiler her bir performans değişkeni için, performans seviyesini belirlemeye ihtiyaç duyarlar. Müşteri, iyileştirilmesi gereken metotları saptamada tedarikçiye yardımcı olmalıdır. Karakteristik derecelendirmesindeki gibi, performans değerlerinin derecelendirilmesinde de 1'den 5'e kadar ölçeklendirme kullanılır. Uygun değerler çember içine alınmalıdır.

Adım 5: Performans Değişkenleri Arasındaki İlişkileri Belirleme

Bir değişkenin değişmesinin diğer değişkenleri nasıl etkileyeceğini görmek için tedarikçi, performans değişkenleri arasındaki ilişkileri belirlemelidir. Bu ilişkilerin doğası ve gücü (Pozitif veya negatif, zayıf veya güçlü gibi..) belirtilmelidir. Gerekli taktirde bu ilişkiler, kalite evinin üst üçgeninin tamamlanmasına yardımcı olacak ve iki yönlü bir karşılaştırma sağlayacaktır.

Adım 6: Performans Hedeflerinin Tesbit Edilmesi

Kalite evinden tedarikçi, çıktı karakteristiklerini iyileştirmek için hangi performans değişkenlerinin değiştirilebileceğini belirleyebilmelidir. Kalite evinin alt kısmı boyunca performans değişkenleri için hedef değerler, istenen performans seviyesi daire içine alınarak gösterilecektir. Bu, sadece kalitatif bir gösterebilir.

Şimdi iyileştirme prosesi başlayabilir. Yeni performans hedefleri bazı prosesler tarafından değerlendirilebilen yeni çıktılar üretecektir.

Hatırlanması gereken bazı önemli noktalar şunlardır:

- Bir ürün karakteristiği olarak dönüşüm zamanını belirlemek faydalı olabilir. Bir zaman karakteristiği hem görevi tamamlamak için tahmini zamanı, hem de ürün veya servisin değerini hesaplamada dolaylı maliyet faktörünün bir ölçüsünü verecektir.
- Düzenli bir gözden geçirmede, müşteri ve tedarikçilerin tablo üzerinde karakteristikler ve performans değişkenleri konusundaki odakları değişebilir. Herhangi bir değişiklik dikkate alınmalıdır.
- Ürün performans değerleri maksimuma yaklaştığında (yani karakteristikler düzenli bir şekilde 5 üzerinden 4 veya daha iyi olduğunda) ölçek, rekabetin daha yükseğini yansıtmak için değiştirilebilmelidir. 1'den 4'e olmak üzere yeni bir ölçek kullanılabilir. Bu ölçekte mevcut durumun 4'ü yeni ölçekte 2 olur. İyileştirme işlemi bu yeni ölçeğe bağlı olarak devam edecektir.

Böylece kalite evinin kullanımı, organizasyonda herhangi bir proseste kalite iyileştirmesinin başlatılmasına yardımcı olabilir. Bu, basitliği ve sadeliği koruyarak yeni programların uygulanmasında karşılaşılan problemleri belirlemeye yardımcı olur. Burada esas konu müşteri-tedarikçi etkileşimini belirlemek olup, bu konuda proses akış şemaları yardımcı olacaktır (Gopakrishnan ve diğerleri, 1992).

4.6. Bir Kalite Fonksiyonu Açınımı Ekibi'ni Geliştirmek İçin Destekler

Bir QFD proje ekibini geliştirmek için bir çok pozitif faktör mevcuttur. Bunlardan en önemlileri şu şekilde sıralanabilir:

- QFD ekibinin her şeyden önce ekip kavramını benimseyerek çalışması,
- QFD'nin bir iş-ekip faaliyetinden çok, bir program faaliyeti olarak algılanması.
- Bölümlerde çalışanların çoğunun QFD eğitimini alması. Kısım müdürü, ekip liderleri, ürün yöneticileri ve satış müdürleri gibi çalışanlar kısa süreli genel eğitim alırken, iş ekipleri ve çekirdek AR-GE ekipleri de dahil olmak üzere tüm ürün ve proses geliştiricileri daha uzun süreli kurslar alırlar.
- Bir ürün geliştirme aracı olarak QFD'yi kullanma konusunda ortaya çıkan güçlü isteğin desteklenmesi. Bölümün ürün veya proses geliştirme komitesinin, o an geliştirme işleminden geçen diğer tüm ürünlerde de kalite evinin kullanımını istemesi, temel ürünlerde daha sonraki matrisleri geliştirmek için de bir başlangıç olur (Scheurell, 1994).

Başlatılan bir QFD çalışmasını engelleyen bazı faktörler vardır. Her şeyden önce bölüm, büyük ölçüde QFD konusunda deneyimsiz olabilir. Ayrıca bazen projenin çok hızlı bir şekilde sınırlı sayıda çalışanlarla ilerlemek zorunda olduğu anlar olabilir. Bu engelleri aşmak için tek yol, her bir grubun ne istediğini bulmak ve bunları kendilerine sağlamaktır. Bu yüzden çok fonksiyonlu ekibe, QFD'yi kullanmak için yaygın olarak ön plana çıkarılan nedenleri (yeni bir ürün geliştirmek ve ortaya koymak için daha kısa süre) defalarca ortaya koymaktan çok, aşağıdaki faydaların sağlanacağını açıklamak gerekir:

- Ekip, ileriki ekipman dizaynı ve satın alma kararlarının tümünde yer almak zorundadır. Onlar aynı zamanda, QFD prosesi sonuçlarına dayanarak alınan ekipman satın alma kararlarını tayin etmek (veya yeniden tayin etmek) fırsatına sahip olacaklardır.
- Mühendislik ekibi herhangi bir soruya cevap vermek için, pazarlamacıya veya ürün geliştiricisine düzenli ve ani olarak ulaşabilmek zorundadır.
- Tüm ekibin, dizayn/satın alma kararlarında herhangi bir değişiklik için fikri alınmalıdır.
- Pazarda, stratejide veya finansla ürün dizaynını etkileyebilecek herhangi bir değişiklik hızlı bir şekilde duyurulabilir. Ekip, bu değişikliklere dayanarak ilerlemenin nasıl olacağı konusunda şirket kararları verebilir.
- Ürün dizaynını değiştirmek için herhangi bir karar (müşterinin istekleri doğrultusunda), tüm ekip tarafından verilebilecektir.
- Pazarlamacı karar vermek için kalite evini kullanacaktır. Bazı ani pazarlama değişikliği doğrultusunda herhangi bir son dakika değişikliği olmayacaktır.
- Orta kademedeki yönetim ikinci, üçüncü ve dördüncü matrislerle ilgili olarak QFD prosesi ile ilgilenmek için bir pilot projeye sahip olarak, kendi arzularını yerine getirecektir.

Karar vericilerin QFD ekibinin bir parçası olması oldukça faydalıdır. Çünkü bu şekilde, ekip aldığı herhangi bir karar doğrultusunda hareket etmek için yetkiye sahip olacaktır (Scheurell, 1994).

4.7. Kalite Fonksiyonu Açınımı Konusundaki Yaklaşımlar

QFD için birçok faydalı yaklaşım geliştirilmiştir. Ancak bu yaklaşımların hiçbirinin mükemmel olmadığı ve bunların çapraz fonksiyonel ekibin bulunduğu duruma göre şekillendirilmesi gerektiğinin farkına varılmıştır. Uygulamadaki esneklik, başarılı bir QFD

uygulaması için temel teşkil eder (Hales, 1993). Bu karmaşık QFD yaklaşımları, birçok Japon kuruluşunda ve bazı ABD şirketlerinde görülen mükemmelleştirilmiş kalite yönetim sistemleri ile de sıkı bir şekilde ilişkilendirilebilir (Brown, 1991). Bu yaklaşımlar şu şekilde sıralanabilir:

4.7.1. Dört aşama yaklaşımı (Makabe metodu)

QFD konusunda en yaygın yaklaşım, "Macabe" veya "ASI 4 aşamalı yaklaşım" olarak bilinir. Bu yaklaşım, müşteri sesini dönüştüren dört QFD matrisinden meydana gelir. İlk aşamada, QFD metodolojisi kullanılarak müşterinin sesi ürün karakteristiklerine dönüştürülür. İkinci aşamada yeni, zor ve kritik ürün karakteristikleri parça veya alt sistem karakteristiklerine dönüştürülür. Üçüncü aşamada, parça karakteristikleri üretim proses karakteristiklerine dönüştürülür. Son olarak dördüncü aşamada ise, proses karakteristikleri ürün kontrollerine dönüştürülür (Hales, 1993).

Öte yandan QFD genellikle, sıralı matrisler tarafından yönlendirilen bir işlem olarak da tanımlanır. ABD'de öncü bir QFD danışmanı olan Amerikan Tedarikçiler Enstitüsü (American Supplier Institute-ASI) tarafından da benimsenen yaygın bir strateji, Şekil 4.7a ve Şekil 4.7b'de gösterilmiştir.

Bu stratejide her bir matris seviyesi, bir önceki seviyeden seçilen NASIL'ları NE olarak kullanır. Bu dört aşama ve ilgili matris içerikleri şunlardır:

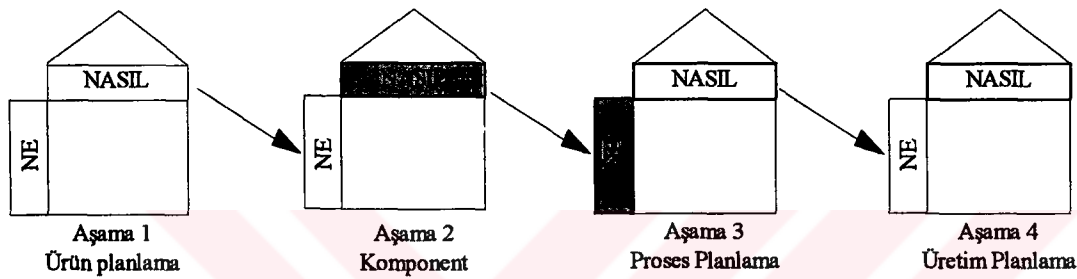
Aşama 1: Ürün planlama: Bu aşama, temel aşamadır. Ürün veya servise ait müşteriler belirlendikten sonra, her bir müşterinin veya müşteri grubunun istekleri tespit edilir. Burada, NE olarak bilinen müşteri ihtiyaçlarını, NASIL olarak bilinen teknik karakteristikler belirler ve yerine getirmeye çalışır.

Aşama 2: Komponent Açınımı: Bu aşama birinci aşamaya benzer. Bu aşamada, birinci aşamada tanımlanan teknik karakteristikleri tatmin etmek için gerekli olan ve NASIL olarak bilinen komponent karakteristikleri tanımlanır. Bu aşamada hedef değerler, fonksiyon ve görünüm belirlenir.

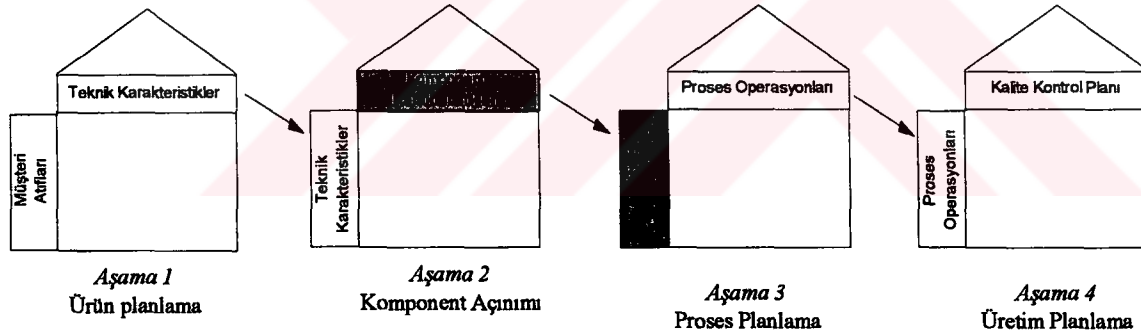
Aşama 3: Proses Planlama: Bu aşamada, ikinci aşamada tanımlanan ve şimdi NE olarak işlem gören komponent karakteristiklerini ortaya koyan ve NASIL olarak bilinen proses karakteristikleri tanımlanır.

Aşama 4: Üretim Planlama: Bu aşamada, NE olarak işlem gören ve üçüncü aşamada tanımlanan proses karakteristiklerini sağlamak için NASIL olarak bilinen üretim ihtiyaçları belirlenir (Brown, 1991).

ABD'deki QFD uygulamalarının çoğunda ilk aşama olan ürün planlamaya ağırlık verilir; çok azında ikinci aşama olan komponent açınımına geçilir. Üçüncü ve dördüncü aşamalar ise önemli olmalarına rağmen ABD'de pek kullanılmaz. Üçüncü ve dördüncü aşamalar, şefler ve operatörler de dahil olmak üzere toplam çalışanların %80'inin bilgisini kullanır. Bu kaynaklar kullanılmadığı sürece, bu potansiyel boşuna harcanmış olunur. Japonya'da yöneticiler, mühendisler ve çalışanlar grup çalışmasına ve uzlaşarak düşünmeye ve tartışmaya daha yatkındırlar. ABD'de ise daha çok dikey yapılanma etkindir ve kişisel veya departman bazındaki faaliyetlerin optimizasyonu için çalışılır. Bazı kişilerin bireysel çalışmaları ile başarılar yakalanır ve bu da çapraz fonksiyonel ekip ruhuna aykırı bir yaklaşımdır (Evans ve Lindsay, 1993).



Şekil 4.7a. QFD matrislerinin 4 aşamalı uygulaması (Brown, 1991).



Şekil 4.7b. Dört Kalite Evi (Evans ve Lindsay, 1993).

Kavramsal olarak bu oldukça önemlidir. Çünkü bu, üretimdeki ekipmanların sorumlularının, müşterinin üründen elde ettiği tatmin konusunda ne yaptıklarının etkisini anlamaya müsaade eder. Ancak bu tekniği uygulayanların çoğu, seri ürün geliştirme proseslerini sürdürmek için, bu tekniği bir yol gösterici olarak yorumlarlar. Yani, "parça karakteristikleri belirlenmeden üretime gerçekte başlanmaz". Bu yüzden ürünün dizaynında, alt akış konularının çoğu asla belirlenmez. Maliyet ve zaman kazanımları dökümanite edilemez (Hales, 1993).

4.7.2. Matrislerin matrisi yaklaşımı

QFD konusunda bir başka yaygın yaklaşım, Goal/QPC tarafından ortaya konmuştur ve bu, "Matrislerin Matrisi" olarak bilinmektedir. Bu yaklaşıma göre QFD, uygulamacıların belirli problemlerle karşılaştıklarında kullandıkları bir araçlar seti olarak tanımlanmıştır. Bu, müşteri ihtiyaçlarının ürün karakteristiklerine nasıl dönüştürüleceğinden, FMEA çalışmalarının nasıl önceliklendirileceğine kadar her şeyi tanımlayan 30 matristen oluşur (Hales, 1993). QFD ekibi gerekli gördüğünde 30 farklı gösterim içinde uygun matrisleri seçer (Brown, 1991).

Matrislerin Matrisi yaklaşımı, yeni uygulayıcıları genellikle korkutur. Çünkü bunlar kendilerini 30 matrisi de oluşturmak zorunda hissederler; bunu gerçekleştiremedikleri durumda da QFD'yi gerçek anlamda uygulamadıklarını düşünürler. Aynı zamanda bu, kavramsal olarak takip edilmesi kolay bir prosesi ortaya koymaz (Hales, 1993).

4.8. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Uygulama Adımları

Kalite evini belirleyen prensipler, üretim fonksiyonları ile müşteri memnuniyeti arasındaki tasarlanması pek de kolay olmayan net ilişkileri oluşturmak için herhangi bir gayreti vurgulamaktadır. Mühendislik karakteristikleri ile müşteri ihtiyaçları arasındaki ilişkiyi belirlemek, çözüme ulaşıldığı anlamına gelmez. Bunu sağlamak için doğru dizayn, doğru malzeme, doğru parçalar; parçaları üretmek için de doğru işleme ve doğru montaj yöntemleri; onu yaptırtmak için de üretim planı gerekir (Hauser ve Clausing, 1988).

Eğer oluşturulan ekip gerçek anlamda içten fonksiyonlu ise, "NASIL"lar kalite evinden alınır ve bunlar başka bir evin "NE" leri yapılır. Bu proses böylece, üç ve dört aşamada devam eder. Birbirine bağlı bu dört ev, aslında müşteri sesinin üretime kadar yansması şeklinde yorumlanabilir. Bu bağlantıların oluşturulmasında her bir adım, her zaman kolay değildir. Başlangıçta oldukça mükemmel bir fikir, üretime doğru gidildikçe ve katılımcıların etkin katılımları gerçekleşmediği sürece, amacından uzaklaşır ve hatta işletme için bir yük haline de gelebilir. Ancak bu, geri adım atmak anlamına gelmemelidir. Kalite evi gibi bir teknik, fonksiyonel engelleri kırmaya yardımcı olabiliyor ise ve ekip çalışmasını teşvik ediyor ise, bunu uygulamak için ciddi gayretler sarf etmek çok daha fazla fayda sağlayacaktır. Bu noktada şu da belirtilmelidir ki, kalite evi sayesinde önemli fikirleri uygulamaya aktaracak bir organizasyonun geliştirilmesi pek kolay bir iş değildir. Kalite evinin temel faydası, kalitenin evin içinde olduğudur. Kalite evi insanları doğru yönde ve birlikte düşünmeye yönlendirir. Sadece bu oluşum bile, bir çok kuruluş için önemli bir yenileşmenin ve değişimin kendisidir (Hauser ve Clausing, 1988).

QFD prosesi, müşteri değerlerini göz önüne almak için faaliyetlerin düzenli bir şekilde sıralanmasıdır. Böylece bu değerler, ürünün dizaynını ve açılımını direkt olarak şekillendirebilir. Bir QFD işlemindeki temel adımlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Projenin organize edilmesi,
2. Müşteri isteklerinin (yani NE'lerin) toplanması ve organize edilmesi,
3. Teknik karakteristikler (yani NASIL'ların) ve hedef değerlerinin oluşturulması,
4. İlişkilerin oluşturulması,
5. NASIL'ların değerlendirilmesi,
6. Kalite evinin analiz edilmesi ve hedef değerlerinin sonuçlandırılması.

1. Projenin organize edilmesi: Projeyi organize etmek için yönetim, projenin kapsamını ve amacını belirler ve daha sonra ilgili tüm ürün geliştirme alanlarından temsilciler oluşturur. QFD uygulayıcısı ve eğiticisi, ekip üyelerini QFD'nin amacı, kavramları ve teknikleri konusunda bilgilendirir (Brown,1991).

2. Müşteri isteklerinin (yani NE'lerin) toplanması ve organize edilmesi: İlk adımdan sonra ekip, müşteri isteklerini toplamak ve organize etmek için hazırdır. İlk önce ekip, müşteri değerlerini gösteren ifadeleri toplar (Brown, 1991). Ürün geliştirme ekiplerinin müşteri ihtiyaçları hakkında genellikle belirli bir fikri olmakla birlikte, QFD yaklaşımı tahminden ziyade gerçeklere bağlı olarak taze bilgi toplamak ve ürün geliştirme önceliklerini saptamak için etkin bir metodoloji olarak kullanılmaktadır (Liner, 1992). Müşteri ifadelerini teknik ifadelere dönüştürürken, özel bir dikkat gösterilir. Bu NE'ler müşteri görüşme bilgilerinden, odak grup bilgilerinden, tatmin olan veya olmayan müşterilerin gözlemlerinden ve diğer benzeri kaynaklardan oluşabilir. Daha sonra ekip bu NE'leri, tekrarlanan kelimeleri birleştirmek üzere dikkatli bir şekilde düzenler, orjinal anlamını değiştirmeden ifadelerini mümkün olduğu kadar kısaltır ve bunları organize etmek için afinite gruplaması kullanır. (Afinite gruplaması, ekibin fikir birliği yaparak ilgili kelimelerin kategorilere göre organize edildiği bir işlemdir). Daha sonra bu NE'ler kalite evine yerleştirilir.

Ekip NE'leri düzenledikten sonra, listedeki kelimeler için öncelikleri oluşturmak üzere müşterilerle birlikte çalışır. Bu esnada ekip ürün servis bilgilerini, müşteri şikayet bilgilerini ve benzeri rekabetçi ürünlerin müşteri esaslı mukayesesi gibi diğer faktörleri de göz önüne alır. Bu faktörler, müşteri isteklerinin önceliğinin göstergeleridir ve genellikle kalite evinde ilave kolonlar olarak gösterilir (Brown,1991).

Bazen müşteri sesinin doğru bir şekilde anlaşıldığını bilmek zordur. Her QFD uygulayıcısı, müşteri ile konuşmanın önemini vurgular. Bu konuda çok az şüphe mevcuttur. Ancak

müşteri kendi ihtiyaçlarını "sezgisel sistem" veya "kullanım kolaylığı" şeklinde dile getirdiğinde ne olur? Bu kelimeleri yorumlamak her zaman güç değildir. Ancak bu yorum gerçekten doğru anlamı ortaya koymakta mıdır? Örneğin bir müşteri, "bu cihazı kapatmak kolay olmalıdır" diyebilir. Bunun anlamı, "cihazı kapatma işlemini tek ve basit bir hamlede yapmak" şeklinde mi, yoksa "bilgi kaybına sebep olmaması için cihaz kolayca kapanmamalı" şeklinde mi yorumlanmalıdır? Burada asıl nokta, bilginin emniyeti mi yoksa kullanım kolaylığı mıdır? Her bir durum için çözüm oldukça farklıdır. Bu örnek, NE'lerin geniş bir yoruma açık olduğunu ortaya koymaktadır. Müşterilerin ürünleri nasıl kullandığını gözlemek üzere zaman ayrılırsa, onların ihtiyaçlarını anlamada bir zenginliğe ulaşılabilecektir.

Bir geliştirme projesi süresince, belirli bir ürün için müşteri sesinin oluşturulması konusunda asla sona ermeyen bir bilgi birikimi endişelere sebep olabilir. Deneyimler, 20-30 görüşmeden sonra müşteri sesinin belli bir sonuca götürebileceğini göstermektedir. Bu rakamdan sonra çok az yeni talep tespit edilebilir. Bu noktadan sonra devam etmek, o ana kadar elde edilenin doğru olduğunu ortaya koymanın dışında fazla bir işe yaramayacaktır. Ancak bazı durumlarda müşteri sesinin tespiti belli bir sonuca götürmeyecek, sadece daha uzun bir müşteri sesi listesinin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Tespit edilmesi zor olmasına rağmen, müşteri sesinde bazı kalıplar mevcuttur. Tasnifleme işlemine devam edildiğinde bu kalıplar daha da belirginleşir. Gerçekte yapılması gereken şey, muhtemel her bir pazar bölümünü karşılayacak son ürünü belirlemektir. Pazar araştırmacılarının yardımı ile bu bilgiler pazar bölünmesi kriteri ile yeniden yapılandırılır. Bu, birkaç temel pazar bölümüne yönelmek için, gerekli müşteri sesinin belirlenmesini mümkün kılar. Bunun sonucunda müşteri sesinde %65'e varan bir azalma gerçekleştirilebilir. Bundan sonraki QFD uygulamaları, her zaman pazar odaklarına dikkat eder. Bu pazar bölümlerini yansıtan temel karakteristikleri anlamak için zaman ayrılır. Daha sonra bu karakteristikleri iyi bir şekilde ortaya koyacak görüşmeler ve yapısal gelişmeleri planlayarak, mevcut olmaları durumunda, bazı bölüm eğilimleri fark edilebilecektir.

QFD'yi uygularken genellikle karşılaşılan soru, müşteriye yöneltilen soruların tüm müşterilerin sesini elde etmede yeterli boyutta olup olmadığıdır. Bazen müşteriler, yeni ve düşünülmeyen detaylar ile ortaya çıkmaktadırlar. Fakat ekipler NASIL'ları belirlemeye başlamak için yeterli ölçüde bilgi toplandığına nasıl karar verebilirler? Açık olarak, gereken son şey, geliştirme çevriminde son aşamada müşteri sesinin tüm boyutlarını bulmaktır (Nichols ve Flanagan, 1994).

3. *Teknik karakteristiklerin (yani NASIL'ların) ve hedef değerlerinin oluşturulması:* Bu adım, teknik karakteristiklerin (NASIL'ların) ve bunların hedef değerlerinin oluşturulmasıdır. Bunun için ekip, NE'leri sağlayacak olan teknik karakteristiklerin veya dizayn ihtiyaçlarının

bir listesini oluşturur. Bu teknik karakteristikler belirli çözümlerden ziyade en iyi şekilde, teknik karakteristikler veya dizayn ihtiyaçları olarak ifade edilirler. QFD ekibi NE'lerin düzenlenmesinde olduğu gibi, afinite grupları kullanarak NASIL'ları düzenler. Bu NASIL'lar, müşteri açısından anlam ifade edebilecek şekilde ölçülebilir olmalıdır.

Daha sonra ekip, her bir NASIL için hedef değerlerini belirler. Yani hangi NASIL için nasıl bir NE KADAR değerinin amaçlanacağını kararlaştırır. Ölçümler kantitatif olmalı ve müşteri açısından anlamlı olacak şekilde ifade edilmelidirler (Brown, 1991).

4. İlişkilerin oluşturulması: Bu aşamada her bir NE'yin her bir NASIL'la olan ilişkisi belirlenir ve tartışılır ve her ilişkiye bir "önem değeri" atanır. Bu önem değerleri tipik olarak *sıfır*, *zayıf*, *orta* ve *güçlü* şeklindedir. Bu değerler, önemli ilişkileri ortaya koymaya yardımcı olmak üzere sırası ile 0, 1, 3, ve 9 gibi nümerik değerlerle veya önem derecesi tarif edilen karakterlerle gösterilebilirler. Bu notasyonlar kalite evi matrisine sembolik olarak yerleştirilirler (Brown, 1991).

5. NASIL'ların değerlendirilmesi: İlk olarak ekip, her bir NASIL'ın uygulamasının ne kadar zor olduğunu saptar. Bu değerlendirme, belirli dikkati garanti edecek NASIL'ları belirler. Teknik zorluk derecesi, kalite evinin NE KADAR alanının altına ilave bir sıra olarak kaydedilir.

Daha sonra ekip, her bir NASIL'ın sırası ile diğer NASIL'lar ile etkileşimini inceler ve değerlendirir. Ekip, uygulanması diğer NASIL'ları destekliyor ise, bu NASIL'a "pozitif" bir korelasyon verir. "Negatif" korelasyon ise, bir NASIL'ın uygulanmasının başka bir NASIL'ı engellemesi durumunda verilir. Her bir NASIL'ın pozitif ve negatif ilişkisi bu şekilde kalite evinin çatısına kaydedilir. Bu korelasyonlar, gözlemler sonucu değerlendirilebilir veya QFD ekibi bir çok korelasyon seviyeleri için nümerik ağırlıklar atamayı tercih edebilir ve daha sonra korelasyonları aritmetik olarak değerlendirir.

Tüm NASIL'lar uygulama için seçilmezler. Değerlendirme adımının bir parçası olarak ekip,, hangi NASIL'ın önce ele alınacağına karar verir. Ekip, bir QFD destek yazılımı kullanarak her bir NASIL için bir "teknik önem derecesi" hesaplar. Bu hesaplama, NASIL'ların desteklediği NE'lerin sayısına, bu desteklerin derecesine ve bu NE'lerin müşteri öncelik sıralamasına dayanır. Bu, hangi NASIL'ın seçildiğinin belirgin bir ifadesidir (Brown, 1991).

Her bir mühendislik karakteristiği için öncelikleri belirlemek üzere kullanılan teknik önem derecesi şu şekilde hesaplanır: Önce her bir müşteri atfının önem derecesi belirlenir. Daha sonra, mühendislik karakteristiği ile müşteri atfı arasındaki ilişkiyi ifade eden $\odot$, $\circ$ veya Δ gibi sembollerin karşılığı olan 9, 3 veya 1 rakamı ile çarpılarak elde edilen değerlerin söz

konusu mühendislik karakterisiği için toplamı "Kesin Önem Derecesi"ni verir. "Göreceli Önem Derecesi" ise, ilgili mühendislik karakteristiği için elde edilen "Kesin Önem Derecesi"nin, diğer önem dereceleri içindeki yüzdesidir. Bu değer, ilgili mühendislik karakterisiğine karşılık gelen "Kesin Önem Derecesi" değerinin, toplam "Kesin Önem Derecesi"ne bölünmesi ile elde edilen rakamın 100 ile çarpılması ile elde edilir ve sonuçlar kalite evine % olarak yazılır (Wasserman, 1993).

6. *Kalite evinin analiz edilmesi ve hedef değerlerinin sonuçlandırılması:* QFD matrisinin gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesi için standart kriterler mevcuttur. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Boş satırlar (yani karşılanmamış ihtiyaçlar)
- Boş sütunlar (yani ihtiyaç duyulmayan teknik karakteristikler)
- NASIL x NASIL korelasyonu (yani teknik karakteristiklerin etkileşimi)
- İlişki matrisinde doldurulmuş hücrelerin yüzdesi

Ekip, devam edip etmemeye (yani matrisin uygun olup olmadığına) veya belirli bir problemi düzeltmek üzere önceki adımlara yeniden dönüp dönmeye karar vermek üzere bu kriterleri uygular. Sonuç olarak ekip, seçilen NASIL'ların uygun olduğu ve doğru bir şekilde sıralandığı konularında bir uzlaşmaya varır.

Tanımlanan bu altı adım, QFD'nin en yüksek seviyesi için bir işlem akışını oluşturur. Bu akış, kalite evini meydana getirir. QFD'yi ilk defa kullanmaya çalışan organizasyonlar için, bu temel işlemle başlamak verimli olacaktır. Bir organizasyon QFD konusunda deneyim kazandıkça, organizasyon aynı ürün konusunda bir sonraki iterasyonun amacını genişletebilir veya bu işlemi başka ürünlere uygulayabilir. Burada en önemli nokta, QFD'yi günlük iş konularına uygulamaktır. Yani;

- Müşteri sesinin toplanmasını sürdürmek,
- İşletme için kalite evini bir yönlendirici olarak sürekli göz önüne almak,
- Hedef değerlerini, iç proses yönetim matrisleri ile birleştirmek,
- Stratejik kararların düşünüldüğü her adımda, QFD işlemine yeniden başvurmaktır.

İlk yatırım gerçekleştirildiğinde, QFD'nin devam eden kullanımı önemli faydalar ortaya koyacaktır (Brown, 1991).

4.9. Kalite Fonksiyonu Açılımı'nın Sağladığı Faydalar

Bir ürün, kavram aşamasından müşterinin eline ulaşması aşamasına gelinceye kadar kaç defa yeniden dizayn edilir? Kaç adet mühendislik değişikliği gerçekleşir? Bir ürün ortaya konurken kaç kez ateşli tartışma ve ani değişiklik meydana gelir? Bir ürün geliştirme prosesi, nadir olarak herhangi iki ürün için aynıdır. Bu yüzden daha uzun dizayn dönüşümleri, daha fazla ürün problemleri ve daha yüksek maliyet ortaya çıkar. Bu prosesi kısaltma ve daha rekabetçi ve daha üretilebilir dizaynlar oluşturmada iki önemli nokta, ürünün daha iyi dizayn edilmesi ve dizayn prosesinin daha iyi dökümantasyon edilmesidir (Fortuna, 1988). Müşteri yönlendirmeli modern mühendislikte en ümit verici tekniklerden bir tanesi QFD'dir. QFD'ye dayalı ürün geliştirme yaklaşımında müşteri ihtiyaçları ve beklentileri, doğrudan ürünlerin ve servislerin tanımlanmasına, dizaynına, uygulanmasına ve açılımına yardımcı olur. QFD esaslı ürün geliştirme, alışılmış diğer yöntemlere kıyasla daha fazla müşteri tatminini, ürünün daha kısa sürede pazara ulaşmasını ve geliştirilmiş ürün performansını ön plana çıkararak önemli rekabetçi avantajlar sağlar (Brown, 1991). QFD'yi kullanarak bir ürünü tanımlama uzun zaman alır. Ancak toplam dizayn süresi kısalmır. Çünkü öncelikler erken bir şekilde belirlenir, dökümantasyon ve iletişim iyileştirilir (Fortuna, 1988). Planlama ve iletişim olaylarının bir seti olan QFD, organizasyon içinde yeteneklere odaklanır ve onları koordine eder. Müşterinin satın almak istediği ve satın almaya devam edeceği malların, önceden dizaynına ve pazarlanmasına yönelir. Kalite evinin esası, müşterilerin istek ve beklentilerini karşılayan ürünlerin dizayn edilmesi düşüncesidir. Böylece pazarlamacılar, dizayn mühendisleri ve üretim elemanları ürünün daha fikir aşamasından itibaren birlikte çalışmak zorundadırlar (Hauser ve Clausing, 1988). Bazı yapısal planlama araçlarının kullanımı sayesinde prosese bir disiplin yerleştirilir. Böylece sağlanan net sonuç, kritik kalemlerde yeniden dizayn işleminin yok edilmesi ve tüm mühendislik değişikliklerinde önemli ölçüde azalmanın sağlanmasıdır.

QFD'nin disiplini ve yapısı, onu ürün geliştirmede doğal bir hale getirir. Bu, prodesteki bir çok hastalık için bir iyileşme sağlar. Temel fonksiyonel gruplar arasındaki yorum farklılıklarını önler, uzun geliştirme dönüşümlerini kısaltır. QFD, kendi alt akışı sayesinde kolay bir şekilde yorumlanabilen dökümanlar yardımıyla, prodesteki çatlaklardan bir şeylerin düşmesini önler. Çok fonksiyonlu ekipler, bu dökümanlar ile ürüne ait bir çok nedeni ortaya koyar (Fortuna, 1988). QFD aracılığı ile, yönetimle daha fazla etkileşim sağlanır. Kalite evi matrislerinin incelenmesi kolaydır. Eğer işgücü, zamanlama veya bütçe gibi diğer talepler mühendislik karar verme prosesi için seferber edilirse, QFD'nin sonuçları açıkça görülür (Vera ve diğerleri, 1988).

QFD'yi kullanan Japon şirketleri, dizayn-geliştirme prosesinde önemli iyileşmeler sağlamışlardır. Bunlar;

- Mühendislik değişimlerinde %30-%50 oranında azalma,
- Dizayn dönüşümlerinde %30-%50 oranında azalma,
- Ön üretim maliyetlerinde %20-%50 oranında azalma,

şeklinde sıralanabilir. QFD, aynı zamanda ürünün kendisine de pozitif bir katkı sağlamaktadır. Bu yüzden kullanıcılar, sık sık aşağıdaki noktaları dile getirirler:

- Arttırılmış müşteri tatmini ve pazar payı,
- İyileştirilmiş dizayn ve performans,
- Garanti taleplerinde yaklaşık %50 oranında azalma.

Bunların yanında QFD, aşağıdaki önemli faydaları da sağlar:

- Daha kararlı kalite güvencesi planlaması,
- Kararların ve düşüncelerin dökümantasyonu,
- Bilginin ekip üyeleri arasında paylaşımı,
- Alternatif ürün özellikleri arasında yer değiştirmeler,
- Mühendislik know-how'ının, kuşaktan kuşağa aktarılması.

Bütün bunların yanında QFD'nin anlamı ve kapsamı için aşağıdaki açıklamalar doğru değildir:

- QFD kalite kontrol departmanının görevidir,
- QFD sadece farklı üretim sistemlerine uygulanır,
- QFD sadece yeni bir ürün geliştirme işleminde kullanılabilir,

Gerçekte QFD, proses/seri üretim yapanlar tarafından kullanılmakla birlikte inşaat şirketleri, oteller ve havayolları gibi imalat dışındaki kuruluşlarca da kullanılmaktadır. QFD yaygın olarak ürün geliştirmede kullanılmakla birlikte, bir çok şirket onu mevcut ürünlerini ve servislerini gözden geçirmek için de kullanmaktadır (Fortuna, 1988).

QFD prosesinden daha fazla yararlanmak ve bu prosesin etkinliğini arttırmak için aşağıdaki faktörler göz önüne alınabilir:

- Projede toplam ekip toplantı süresini azaltmak,
- Kişisel zamanın ekip zamanına oranını arttırmak,
- Prosesin her bir adımında, eğitici imkânların sayısını arttırmak,

- Proses hakkında geri besleme sağlamak için kilometre taşlarının sayısını arttırmak,
- Ekibe yardımcı olan fonksiyonel alanların sayısını arttırmak,
- Her bir ekip üyesinin müşteri ile konuşma süresini arttırmak.

Müşterilere daha belirgin bir fayda sağlamak için organizasyonun neler yapabileceğini belirlemek üzere, her bir ekip üyesinin sorumlu olduğunu ve önlemlerin her birini tespit etmek üzere gerçekleştirilen ekip toplantılarının yapıldığını düşünelim. Bunun gerçekleşmesi durumunda kişisel sorumluluk artacak, kişisel yaratıcılık zenginleşecek, her bir kişiden sisteme girdi sağlanacak ve ekip toplantı süresi azalacaktır. Aynı zamanda ekibin iletişim kalitesinde de bir iyileşme gözlenecektir. Çünkü ekip, zamanının büyük bir kısmını bir matrisin belirli bir hücrelerinde bir ilişkinin olup olmadığını tartışmaktan ziyade, görüş farklılıklarını gidermek için kullanır. Bu yaklaşımdan sağlanan fayda oldukça fazladır.

QFD matrisi, tüm bilgilerin birbirleri ile nasıl etkileşim halinde olduğunu göstermesi açısından oldukça bilgilendiricidir. Bu matris %20 girdiye karşılık, %80 fayda sağlar. Bu, ekibin toplam toplantı süresini kısaltır (Hales, 1995).

QFD'nin rekabetçi avantajındaki temel nokta, bunun dört stratejik kavramının yapısallaştırılmış uygulamasıdır. Bu kavramlar şu şekilde sıralanabilir:

- **Müşteri Sesinin Ortaya Konması:** Ürün geliştirme sürecinde müşteri ihtiyaçlarının göz ardı edilmemesini veya çarpıtılmamasını sağlar.
- **Çapraz Fonksiyonel Ekipler:** İşletmenin tüm alanlarında ürün geliştirme çalışmalarına bir girdi sağlar. Böylece pazarlama, dizayn, açınım ve destek organizasyonlarının endişeleri ortaya çıkarılır ve bunlarla erken bir şekilde ilgilenilir.
- **Eş Zamanlı Mühendislik:** Geleneksel olarak ürün geliştirme çevrimine daha sonra katılan üretim gibi bölümlerin, daha doğru bilgilerle planlamaya daha erken başlamasına imkân tanır. Bu ise, pazara ulaşma zamanını kısaltır.
- **Özlü Bir Grafikselleştirme:** Açık müşteri beklentilerini ürün geliştirme kararlarına net bir şekilde bağlayan bir görüntü ortaya koyar (Brown, 1991).

QFD, toplam kalitenin herhangi bir konusunu garanti edememekle birlikte, sistem geliştirme sürecini zenginleştirmede çok önemli ve yararlı bir araç olabilir. Şu nokta iyi bir şekilde ortaya konmuştur ki, stratejik planlama için QFD metodunun kullanılması geniş bir ürün, servis ve yazılım sistemlerinde bir taraftan son sistemin kalitesini iyileştirirken, diğer taraftan da geliştirme zamanını %50'ye kadar kısaltabilir (King, 1989).

4.10. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Sınırlamaları ve Uygulama Zorlukları

QFD'nin bir çok faydasının yanında, bazı sınırlamaları ve uygulama zorlukları da mevcuttur. QFD orijinal olarak kompüterize edilmiş bir sistemden ziyade, çizelgelerden ve prosedürlerden oluşan bir settir. Doldurulmak üzere çizelge veya prosedür şeklindeki bir grup kağıt form uygulamaya konduğunda, QFD sistemi bazı ciddi sınırlamaları beraberinde getirmektedir (Wolfe, 1994). Bunları şöyle sıralayabiliriz:

- Fazla sayıda ihtiyaçlar ve spesifikasyonlar için kağıt formlar yetersizdir ve bu, uygulamada karşılaşılan en belirgin başarısızlık nedenidir. Kağıt formlar, 100'ün üzerindeki ihtiyaç ve spesifikasyon karakteristiğini üzerlerinde bulunduramazlar. Öte yandan kullanıcılar, 10.000'in üzerindeki hücre matrisi ile başa çıkmakta zorlanırlar.
- Bu kağıt formlarda bilgi girişlerinin doğruluğu için bir bölüm olmadığından, son dizayna götüren kararların herhangi bir kaydı yoktur.
- Projenin birkaç yıl sürmesi veya projede farklı bir dizayn veya kullanıcı grubunun çalışması durumunda, bu kağıt formlar herhangi bir hazırlık sunmaz. Bu nedenle, bir ürün üzerinde yeni bir inceleme için veya her bir kullanıcı ihtiyacının uygun şekilde ele alınıp alınmadığını incelemek için, belli bir kalemi arama işlemini otomatik hale getirmek mümkün değildir.
- Basılmış bir QFD kağıt form seti, esnek değildir. Bu yüzden QFD formları kopya edilemez ve her bir farklı uygulama için bu çizelgelerin uyarlanması gerekir.

Özellikle büyük projelerde veya zamana yayılı uygulamalarda karşılaşılan bu güçlüklerin üstesinden gelmek için bilgisayar programları geliştirilmiştir. Wolfe (1994), hypertext esaslı bir grup karar destek sistemi geliştirerek bu problemi çözmeye çalışmıştır. O'Connor ve diğerleri (1992), QFD ortamı için SeeQFD™ yazılımını gerçekleştirmişlerdir.

QFD konusunda geniş sayılabilecek bir birikim olmasına rağmen, tamamen sistematize edilmiş standart bir çizelge yoktur. Böylece, QFD'yi öğrenip etkin bir şekilde uygulamanın yolu, teoriden ziyade deneyimlerden ve uygulamalardan geçer. Yapılan çalışmalarda, QFD'nin kullanımı sayesinde ürün geliştirme aşamalarında karşılaşılan problemler yarıya inmiş ve ürün geliştirme süreleri 1/3 ile 1/2 oranında azalırken müşteri memnuniyeti de önemli ölçüde garanti altına alınmış ve satışlar artmıştır. Ancak yanlış bir şekilde uygulandığında, QFD bu avantajları ortaya koyamayacağı gibi çalışanların iş yükünü de arttırır. Bunu önlemenin en iyi yolu "kitaplara başvurmak" değildir. Her bir şirketin kendine

has koşulları olduğundan, kuralları uygularken yaratıcı olmak ve o şirket için uygun bir metodu bulup, onu uygulamak önemlidir (Akao, 1991).

QFD, Amerika'da en azından 1987 yılından itibaren kullanımdadır. Bu konuda bir çok başarı olmasına rağmen, QFD'nin kullanımı başlangıçta umulduğu kadar yaygın olmamıştır. Bu problemin esas nedeni, QFD'nin ABD kültürü ile olan uyumsuzluğudur. QFD bir ekibin kendi birleşik kültürünü değiştirmeye yardımcı olabilir. Ancak, yüzlerce yıl süren bir kültürel süreç sonucu oluşan birikimi, QFD ile ani olarak değiştirmek pek kolay olmayacaktır. Burada her bir grup tarafından QFD'nin nasıl uygulandığına bakmak gerekir. Daha sonra, kendi kültürünüzün etkili yönlerini ve QFD'nin prensiplerini bir araya getirerek, bu prosesi sisteme ve kültüre uyarlamak gerekir. Unutmamak gerekir ki, iyileştirmeye ihtiyaç duyulan ve iyileştirmeye açık bir yer her zaman vardır (Hales, 1995).

QFD'yi kullanan 200 ABD şirketi arasında yapılan bir çalışmada, bunlardan sadece birkaçında QFD'nin başarılı bir şekilde uygulanabildiği vurgulanmıştır. 90 ABD şirketini kapsayan bir başka araştırmada da bunların %83'ünün QFD'nin detaylarını kendi spesifik ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde değiştirdiği tespit edilmiştir (Wolfe, 1994).

Çoğu zaman QFD, bir şirketin iş yapma yöntemi üzerinde uzun dönemde ya çok az etki yapar ya da hiçbir etki yapmaz. Verilen bir proje için bu sonuçlar iyi olabilir ancak bu sonuçları elde etmek için personel giderleri o kadar yüksektir ki, bu işle ilgilenenler genellikle bu prosesi başka bir proje konusunda uygulamak üzere kendilerini istekli hissetmezler (Hales, 1995).

QFD'nin başarılı bir şekilde uygulanmasında karşılaşılabilecek muhtemel diğer zorlukları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Müşteri sesini elde etmedeki güçlükler,
- Bu mesajı yanlış yorumlama,
- Sürekli değişen müşteri ihtiyaçları,
- Oldukça çeşitli müşteri türleri ve istekleri.

Bu faktörlerin bir projeyi nasıl etkilediğini anlama, statik/dinamik analizi ve seviye analizini gerektirir.

4.11. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Uygulanmasını ve Başarısını Etkileyen Faktörler

QFD'nin uygulanması ve başarısı bir çok ön şarta ve kritik faktöre bağlıdır. Bunlardan ilki, QFD için üst yönetimin desteğidir. Global pazarda rekabetçi olmak için, bir organizasyonun üst yönetimi bu yeni yaklaşımı desteklemek zorundadır. Örneğin, Ford'da üst yönetim,

Ford'un toplam kalite mükemmellik felsefesini desteklemiştir. Burada üst yönetimin görevi QFD'nin bir öncelik olduğunu ortaya koymak, QFD faaliyetleri için açık öncelikler belirlemek, dizaynın müşteri ihtiyaçlarına göre yapılması gerektiği konusunda ısrarlı olmak ve QFD'nin yöneticilerinden ziyade liderleri olmaktır.

İkinci olarak, bir organizasyonda korku olmamalıdır. Çalışmalar, bir organizasyonda varolan korkunun, çalışanların katılımını engellediğini göstermiştir. Bir organizasyonda uygulanan proseslerin oluşturulması ve açık bir şekilde iletişiminin gerçekleştirilmesi, korkuyu önemli oranda azaltabilir ve güveni artırabilir.

Üçüncü olarak, bir organizasyonda QFD'nin başarılı bir şekilde uygulanması, yöneticilerin ve işçilerin iyi bir şekilde eğitilmesi ile mümkündür. İlk eğitim çok önemlidir. Çünkü bir çalışanı düzgün bir şekilde eğitmek, yanlış eğitimin etkisini yok etmekten daha kolaydır. Eğitim ve yetiştirme, QFD'yi çalışanlara anlatmada ve benimsetmede önemli rol oynar. Uygulamada doğrudan görev alan kişiler yapıcı, yorumlayıcı ve QFD'nin felsefesini uygulayıcı olmalıdırlar.

Dördüncü olarak, QFD'yi uygulamak için istekli olan bir organizasyon kendisini, gerçeklerle birlikte yönetmeye adanmalıdır. Gerçeklerin olmadığı bir durumda, çalışanların her biri kendisini aynı konuya odaklayamayabilir. Sonuç olarak, çalışanların her biri diğer çalışanlara göre farklı sonuçlar çıkarabilir ve farklı faaliyetler ortaya koyabilir. Örneğin, bir organizasyonda yer alan her bir çalışan, diğer çalışanların faaliyetlerinden habersiz olarak, müşteri tatminini iyileştirmek için çok çaba sarf ediyor olabilir.

Beşinci olarak, sonuçlarla yönetimden (hedef yönetiminden) ziyade, politika yönetimi teknikleri gündeme gelmeli ve uygulanmalıdır. Bir organizasyonun hedefi, mevcut şirket kültürüne yeni fikirler entegre etmektir. Politika yönetimi, olaydan sonra performansı ölçmekten ziyade, direkt olarak konuya odaklanarak sonuçlardan emin olma stratejisidir. Politika yönetimi ile QFD, yöntemlerin şirket amaçları ile etkileşimini değerlendirmek için matris tabloları veya ikili tabloları birleştirilebilirler.

Son olarak, ekip uzmanlığı ve QFD'yi tam olarak anlayan bir uygulayıcı çok önemlidir. Pazar araştırması/odak grupları, değer mühendisliği, güvenilirlik ve SPC gibi alanlarda ekip uzmanlığı, QFD'yi başarılı bir şekilde uygulamak isteyen organizasyonlar için gereklidir (Kathawala ve Motvani, 1994).

4.12. Kalite Fonksiyonu Açılımı'nı Destekleyici Araçlar, Yetenekler ve Sistemler

Maksimum etkinlik için QFD işlemi diğer araçlardan, yeteneklerden ve sistemlerden desteğe ihtiyaç duyar. QFD'yi kullanan ürün geliştirme ekipleri, afinite ve ağaç diyagramları, neden-sonuç diyagramları, rekabetçi kıyaslama yöntemi, proje geliştirme teknikleri, odak grupları, deney dizaynı (Design of Experiment-DOE), bilgisayar yardımı ile ürün ve proses modelleme, üretim ve montaj için dizayn (Design For Manufacturing Assembly-DFMA) prensipleri, istatistiksel proses kontrolü (Statistical Process Control-SPC) gibi geniş bir araç grubunu kullanır (Liner, 1992).

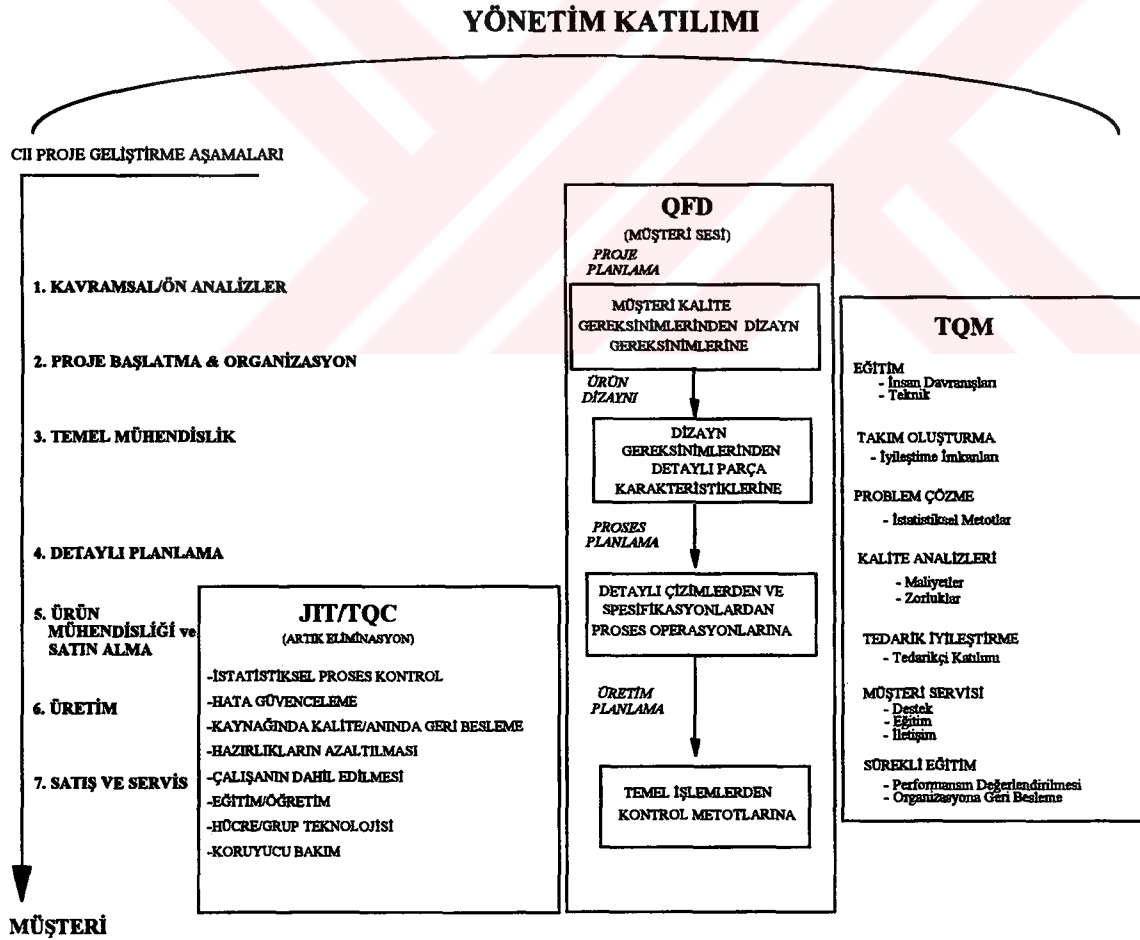
QFD araçlarını ve teknolojilerini geliştiren ve pazara sunan şirketlerden bir tanesi Milford ,Ohio's International Tachne Group Inc. (ITI)'tir. ITI'nın yazılım aracı QFD/Capture, QFD verilerinin toplanmasını ve önceliklendirilmesini otomatik hale getirir. O, hesaplamaların tümünü yapar ve ekibe, içerdiği bilgiyi anlaması için yardımcı olur. Sonuç olarak yazılım, QFD için bilinen matrisleri üretir. Kısaca bu program, "müşterinin düşüncesini" yakalar ve dizayn safhasının ilk aşamasında çok miktarda zaman ve para taahhüdü vermeden önce, bu ihtiyaçları ürün veya servise dahil etmede kullanıcıya yardım eder. Bu, eş zamanlı ürün/üretim prosesi (CP/PD) geliştirmenin ve eş zamanlı mühendislik felsefesinin kritik bir yönüdür. Bu teknoloji kullanıcılara, ihtiyaçları yalnızca ürüne dahil etmek için değil, aynı zamanda üretim prosesine dahil etmek için de imkân tanır. Sıra ile, müşteri ihtiyaçları ürün karakteristiklerine, ürün karakteristikleri de proses karakteristiklerine dönüştürülür. Üretim kontrolleri oluşturulur. Böylece, ürün geliştirme ve üretim faaliyetlerinde yer alan tedarikçilerin, üretim personelinin vb.'nin her biri, kendi fonksiyonunun ürün kalitesini ve müşteri tatminini nasıl etkilediğini kesin olarak bilir (Farrel, 1994).

Ekip üyelerinin ve ekip liderinin bireysel becerileri oldukça önemlidir. Bu beceriler ürün geliştirme deneyimi, teknik uzmanlık, problem çözme yetenekleri, ekip halinde çalışma, iletişim, toplantı yönetimi becerileri, dinleme becerileri, proje yönetim becerileri ve QFD tablosuna ait bilgileri içerir.

QFD'yi destekleme konusunda sistemler de önemli rol oynarlar. Örneğin, halihazırda var olan bir kalite iyileştirme sistemi, çok fonksiyonlu ekiplerle çalışma konusunda deneyimli bir ortam oluşturur, problem çözme ortamı oluşturur ve QFD'nin şirketin iç uygulamaları ile bütünleşmesinde gerekli olan güçlü bir müşteri odaklı felsefenin gelişmesini sağlar (Liner, 1992).

4.13. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Diğer Kalite Sistemlerinden Farklı Olan Yönleri

Başarılı bir QFD uygulaması için Toplam Kalite Kontrol (Total Quality Control-TQC), Kalite Fonksiyonu Açınımı (Quality Function Deployment-QFD) ve Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management-TQM) ilişkisini anlamak önemlidir. Fortuna (1987) QFD, TQM ve oluşum fazlarının eklendiği TQC'nin ilişkisini, Construction Industry Institute (CII) tarafından tanımlandığı şekilde, grafik olarak sunmuştur. Bu sunum, CII tarafından tanımlandığı gibi, okuyucunun TQC, QFD ve TQM'nin aralarındaki ilişkiyi ve proje aşamalarını anlamasına yardımcı olmaktadır. Şekil 4.8'den de anlaşılacağı üzere, TQC kadar kapsamlı ve TQM'den daha fazla tanımlayıcı olan QFD'nin, geniş bir uygulama alanı vardır. QFD, diğer kalite-sistem kavramlarından farklıdır; çünkü QFD'nin uygulama alanı sınırlandırılmamıştır ve TQC'yi, TQM'yi ve aynı zamanda oluşum aşamalarında kullanılan diğer alışılmış kalite faaliyetlerini de içine alır. QFD, Kalite Güvencesi (Quality Assurance-QA)) veya Kalite Kontrol (Quality Control-QC) olmamakla birlikte, bu faaliyetleri de içerir. QFD, QA ve QC'nin ötesinde TQM'nin ideal özünü oluşturur.



Şekil 4.8. QFD, TQM, JIT ve TQC'nin aralarındaki ilişkiler ve proje aşamaları (Mallon ve Mulligan, 1993)

Müşterinin sesi olarak tanımlandığında kalite, müşteri için kabul edilebilir olmak zorunda olan ürün özelliklerini teşhis eder. QFD, gerçekleştirilen son ürün için bu ayırt edici özelliklere uygun bir ürün geliştirmek ve özelliklerin önceliklendirilmiş bir listesini oluşturmak için, müşteri tarafından sağlanan bakış açılarını ve girdileri kullanır (Mallon ve Mulligan, 1993).

4.14. Ürün Geliştirme Prosesinde Kullanılan Yöntemler

Özellikle sosyal ve ekonomik konularda yaşanan hızlı değişim ile birlikte, teknolojik gelişmeler ve değişen müşteri eğilimleri sayesinde çoğu şirket, endüstriyel yapılarında hızlı değişimlerle karşılaşmaktadır. Bu şirketler, yeni ürün geliştirme konusundaki gayretlerinin, hayatta kalmaları için oldukça önemli olduğunun farkına varmışlardır (Akao, 1990).

ABD'de iş çevreleri uzun süre, ürün geliştirmede geleneksel yöntemi kullanmışlardır. Ancak bu iş çevreleri 1980'lerden sonra, Japonya'nın ürün geliştirme başarısının arkasındaki itici güç olan QFD yaklaşımını uygulamaya başlamışlardır (Brown, 1991).

4.14.1. Geleneksel yönteme dayalı ürün geliştirme prosesi

ABD'de ürün geliştirme geleneksel olarak aşağıdaki özellikler ile birlikte ifade edilmekte idi:

- Her bir çalışma grubunun kendi fikirleri ve yöntemleri vardır.
- Ürün geliştirme oldukça sıralı işlemlerden meydana gelmiştir.
- Birçok geliştirme iterasyonları gereklidir.
- Dizayn karakteristikleri, müşteri beklentisinden sapmalar gösterir.
- Her şey önemlidir.
- Dizaynlar, hedeflerden ziyade toleransları karşılar (Brown, 1991).

Bu yöntemde farklı çalışma grupları, kendi değerlerini ürünlerine katmak için farklı kavramlar ve soyutlanmış prosedürler kullanırlar. Böylece, gruplar arasında çok az ortak anlaşma zemini oluşabilir. Sırası ile her bir bölüm, ürün geliştirme prosesine katkı sağlar. Pazarlamacılar ihtiyaçları belirlerler, sistem mühendisleri ise bunları analiz ederler. Dizayncılar çözüm kavramlarını uygular, test elemanları ise dizaynı doğrularlar. Sonuç olarak, gruplar arasında oldukça sınırlı bir paralellik söz konusudur. Bu sıralı işlemlerin her bir aşamasında gerçekleşen yetersiz iletişim anlarında gerek iç, gerekse dış müşteri açısından ürün yetersizlikleri ortaya çıkar. Bu problemleri düzeltmek için gerekli olan çalışmalar oldukça pahalıdır.

Bir ürün, toleranslar dahilinde çalışmak üzere dizayn edilir. Sonuçta dizayn edilen ürünler, açık olarak müşteri tarafından tercih edilen çalışma hedeflerinden ziyade bu toleransları karşılar. Limitlere yakın olan parça toleranslarının ilave etkisi, bir başarısızlığa veya ürünün tümünün kötü bir şekilde çalışmasına sebep olabilir. Bilgilerini ve yeteneklerini ortaya koymak için hevesli olan mühendisler, müşterilerin ihtiyaçlarını detaylandırılmış teknik karakteristiklere dönüştürmede isteksiz davrandıklarından, dizayn karakteristikleri müşteri beklentisinden sapar ve müşterinin gerçek bakış açısı hızlı bir şekilde kaybedilir.

Bu karakteristiklerce şekillendirilen ürün geliştirme prosesinin fonksiyonları ve akışı, şematik olarak Şekil 4.9a.'da gösterilmiştir. Açıktır ki, müşteri ihtiyaçlarına yönelik bilgilerden uzak olarak her bir fonksiyon, kendi değerlerini bir sıra dahilinde prosese ilave eder. Sonuç müşteri perspektifini, alt optimizasyonu, seri iletişimi ve yanlış anlaşılmalara düzeltmek için her bir adımdaki düzeltmenin kaybolması ve ürünün ortaya çıkmasındaki gecikmelerdir (Brown, 1991).

4.14.2. Kalite fonksiyonu açınıma dayalı ürün geliştirme prosesi

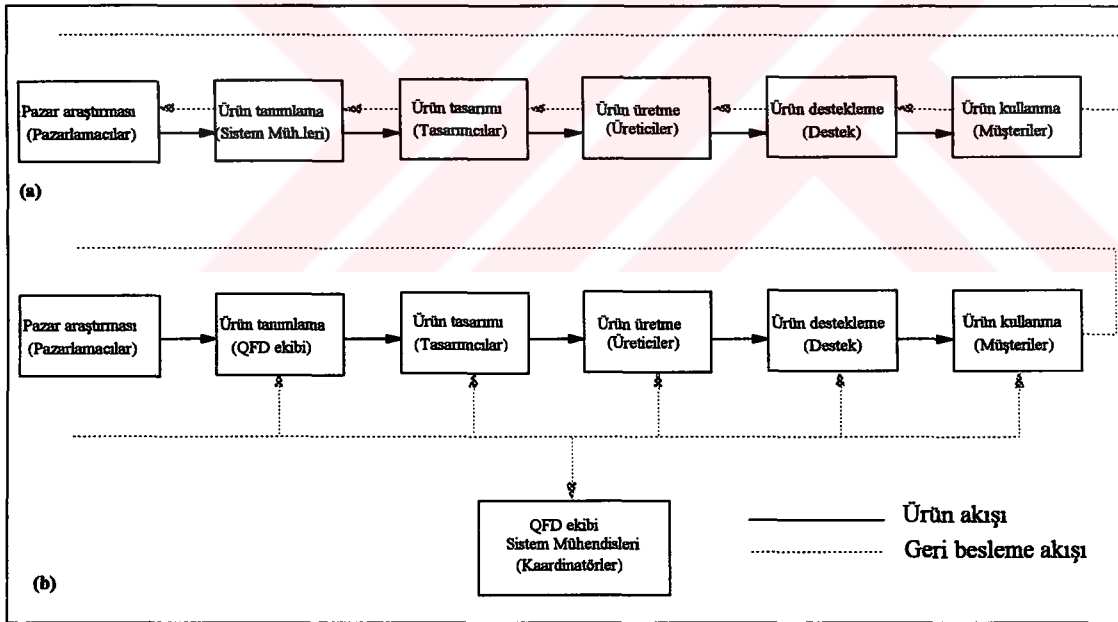
QFD'ye dayalı bir ürün geliştirme yaklaşımının aşağıdaki özellikleri vardır:

- Çapraz fonksiyonel ekipler, ürünün herkes tarafından aynı şekilde anlaşılmasını sağlar.
- Ürün geliştirme oldukça eş zamanlıdır.
- Ya hiç, ya da çok az iyileştirme gereklidir.
- Dizayn karakteristiklerinde müşterinin sesi esas alınır.
- Sadece müşteri tatminini esas alan konular önemlidir.
- Tasarımcılar teorik olarak belirlenen toleranslardan ziyade, açıkça ortaya konan işletme hedeflerini karşılarlar.

Bir ürünün kalitesi ve güvenilirliği, büyük ölçüde ürünün geliştirilmesi esnasında belirlenir. Çapraz fonksiyonel ekipler, geliştirme prosesinde çalışan bir çok fonksiyonel alanı içine aldığından, tüm alanlarda ürünün herkes tarafından benzer bir şekilde anlaşılması sağlanır. Ekip üyeleri, erken etkileşimler sayesinde, üzerinde herkesin hemfikir olduğu bir ürün görünümü oluştururlar. QFD ile ürün geliştirme, eş zamanlı bir prosestir. Burada her bir bölüm, ürün geliştirmede açık ve erken bir bakış açısı kazanır. Olayı tanıma, eş zamanlı olarak gerçekleşir ve bu dönüşüm boyunca, iletişim kesin ve doğru bir şekilde ortaya çıkar. Sonuçta ya hiçbir üründe, ya da çok az ürün üzerinde, yeniden çalışma gerekir.

Fonksiyon icra eden mühendislik çizimleri, bilgisayar programları ve spesifikasyon dökümanları gibi araçlar, QFD esaslı yaklaşımda da geleneksel yaklaşımdakinin aynısı olmakla birlikte, daha bütünleşik ve doğrudurlar. Bunun sebebi, açık müşteri ihtiyaçları ve düzenli data organizasyon yapısı ile çalışan çapraz fonksiyonel ekiplerdir. Amaç ve detaylar iyi anlaşıldığından, nadiren beklenmeyen durumlarla karşılaşılır. Bu, spesifikasyonlar ve dizaynlar konusunda iyileştirme ihtiyaçlarını azalttığından, ürün geliştirme süresini kısaltır ve müşterinin istediği ve ihtiyaç duyduğu ürünün ortaya çıkma olasılığını artırır.

QFD prosesi her bir adımda müşterinin düşüncesini ön plana çıkarır. Çapraz fonksiyonlu ekipler, müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi ve ürün özelliklerinin geliştirilmesi esnasında, bu bütünlüğü sürdürmek için özel teknikler kullanırlar. İlave olarak QFD, geliştirme süreci boyunca müşterinin sesinin göz önüne alınmasını sağlayan bir grafiksel görünüm kullanır. QFD, müşteri ihtiyaçlarını gösteren mekanizmalar için hedef değerleri belirlemeye teşvik eder. Bu hedef değerler müşterinin beklediği belirgin çalışma hedefleridir. Bu, iç tolerans spesifikasyonlarının karşılanmasından ziyade, müşterinin tatminini ön plana çıkaracak yönde bir tasarıma yönlendirir.



Şekil 4.9. Ürün geliştirme prosesi. (a) Geleneksel ürün geliştirme prosesi (b) QFD'ye dayalı ürün geliştirme prosesi (Brown, 1991).

Bir organizasyon çatısı olarak QFD'yi kullanan bir geliştirme prosesinin fonksiyonları, birimleri ve akışı Şekil 4.9b'de görülmektedir. Her bir fonksiyon, QFD ekibinin bir parçası olarak ürün geliştirme prosesinde eş zamanlı bir şekilde görev alır. Ayrıca her bir fonksiyon, müşteri ihtiyaçlarının açık bir şekilde göz önünde tutulması ile, paralel bir şekilde prosese

katkıda bulunur. Yüksek teknoloji gerektiren dizaynların organizasyonunda, QFD ekibinin organizasyonu, tipik olarak bir sistem mühendisliği çalışma grubu tarafından yapılır. Diğer muhtemel koordinatörler pazarlama veya ürün yöneticileri olabilir.

QFD sayesinde elde edilen faydalar çok açıktır. Bu sayede ürün üzerinde yeniden çalışma minimumdur ve QFD prosesi, ürün geliştirme süresince optimize edilir. Ürünler aşırı gecikme olmadan pazara ulaşırlar ve bunların müşterileri tatmin etme olasılığı oldukça yüksektir (Brown, 1991).

4.14.3. Ürün geliştirme prosesinde kalite fonksiyonu açılımı ile geleneksel yöntemlerin kıyaslanması

QFD'ye dayalı bir ürün geliştirme prosesinde, her bir fonksiyon müşteri ihtiyaçları konusunda kesin bilgi sahibi olduğundan, ekibin bir parçası olarak eş zamanlı bir şekilde proses içinde yer alır ve diğerleri ile paralel bir şekilde kendi değerlerini prosese ilave eder. Bu sayede ürün geliştirmenin erken aşamalarında birtakım potansiyel olumsuzluklar önlenir; çalkantıların önüne geçilir ve geleneksel yaklaşımların bir problemi olan ürün üzerinde yeniden çalışma minimize edilir. Ürün geliştirmenin amacı doğrultusunda bu proses optimize edilir. Ürün, pazara gecikme olmadan ve müşterileri tatmin ihtimali yüksek bir şekilde ulaşır.

Geleneksel ürün geliştirme prosesine göre QFD'nin avantajları şunlardır:

- Ürün, müşteri ihtiyaçlarını karşılar,
- QFD, müşterilere karşı güvenilirliği sağlar,
- Ürün pazara daha kısa sürede ulaşır,
- QFD zengin ve ulaşılabilir ürün tanımlamayı sağlar,
- Müşteri ihtiyaçlarının topluca anlaşılması organizasyonu güçlendirir,
- Ekip oluşturulması, organizasyonu güçlendirir.

Geleneksel ürün geliştirme metotlarına göre QFD yaklaşımı, müşterinin sesini daha açık bir şekilde ortaya koyar. Ürünler, müşterilerin ihtiyaçları ve beklentileri dikkate alınarak geliştirilir ve zenginleştirilirler. Bu özellik, başarılı olma şansını oldukça artırır. Ayrıca, ürünler müşteri ihtiyaçlarını açıkça karşıladığından, müşterilerin bu ürünlere duydukları güven de artar.

QFD, belirgin bir şekilde ürün geliştirmenin tüm aşamalarında müşterinin sesini göz önünde bulundurur. Bu sese dayalı dizayn kararları kaydedildiğinden, istenildiğinde belirli ürün özellikleri kolay bir şekilde müşterilerin isteklerine kadar takip edilebilir. Bu, özellikle gelişmeleri canlı tutmak ve ürün geliştirme stratejilerini analiz etmek açılarından faydalıdır.

QFD'de kullanılan ve kalite evi olarak bilinen grafiksel gösterim, zengin ve kolay ulaşılabilen bir bilgi bankasıdır. Bu net iletişim mekanizması, geleneksel geliştirme dökümanlarına kıyasla temel gerçeklerin zamanında ve daha doğru oluşmasını sağlar. Kalite evi aynı zamanda, organizasyon içinde yeni olan çalışanlar için de yoğun, verimli ve eğitici bir referanstır. Çekirdek QFD ekip elemanları ve ekibe yardımcı olmak üzere çağrılan diğer kişiler, müşteri istekleri konusunda ayrıntılı bilgi edinirler. Ayrıca diğer ekip elemanlarının bakış açıları da ortaya konur. Bu ise, organizasyon içinde ekip oluşturma ihtiyacını ortaya koyar. Kişiler bir QFD ekibinde çalıştıklarında, gelecekteki ürün geliştirme faaliyetlerinde daha verimli olacaklarını hissederler. Bunlar, müşterilerin bu ürünleri şu an için neden ve nasıl kullandıklarını bilirler ve müşterilerin ürünü gelecekte nasıl değerlendireceklerini tahmin edebilirler.

Bunların etkileşiminin bir sonucu olarak, QFD ekip elemanları şirket içindeki diğer ekiplere karşı bir güven ve anlayış ortamı oluştururlar. Bu ekip elemanları bu güven ve anlayışı kendi çalışma ekiplerine taşırlar (Brown, 1991).

4.15. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Uygulama Alanları

QFD, farklı ürün geliştirme senaryolarına uygulanabilen güçlü ve esnek bir yaklaşımdır. QFD'yi uygulamak üzere inceleyen şirketler, özellikle başlangıç uygulamalarında danışmanlardan faydalanmalıdırlar.

QFD yaklaşımı, yeni ürünler geliştirmenin dışında mevcut ürünleri gözden geçirmek için de bir araç olarak kullanılır. Yeni bir ürün için ekip, hemen hemen açık bir amaç ile yola çıkar ve ürün karakteristikleri, geliştirme metotları, üretim işlemleri ve destek stratejileri konusundaki tüm kararları müşteri değerlerinin yönlendirdiğinden emin olabilir. Mevcut bir ürünü iyileştirmek için QFD kullanıldığında ekip, mevcut prosesler tarafından sınırlandırılır fakat aynı kurallar geçerlidir (Brown, 1991).

- **Yeni bir ürün için QFD**

QFD kullanarak rağbet gören yeni bir ürün örneği olarak, yazılım paketi verilebilir. Burada NE'ler yazılımın özelliklerinden ziyade, müşterilerin ilgi duyduğu kriterler olacaktır. Bu kriterler yapılması gereken görevler, cevap alma süresi, elde edilebilirlik vb. gibi özellikler içerebilir. NASIL'lar ise, bu NE'leri karşılayan teknik karakteristikler olacaktır. Hedef değerler uyumluluk, cevap alma süresi ve depolama kapasitesi gibi ilgili parametreleri tanımlayacaktır.

Daha karmaşık yeni bir sistem için kendi dizayn amaçlarını tanımlamak üzere kalite evinin alt fazlarındaki NASIL'ları NE olarak kullanmak uygun olacaktır. Bu safhalandırılmış yaklaşım, aynı zamanda uygun geliştirme proseslerinin ve kaynaklarının varlığını, ürünün üretiminin ve desteğin uygun olduğunu garanti etmek üzere, takip etmeye olanak sağlar (Brown, 1991).

- **Yeni bir servis için QFD**

QFD'nin ilk uygulaması otomotiv endüstrisinde olduğundan, QFD uygulamalarının çoğu bu sektöre aittir. Bu gerçek, bazı kişileri QFD'nin hizmet sektöründe de uygulanabileceği fikrinden alıkoymuştur. QFD düşünüldüğünde hayal gücünün, araba kapılarından ve cıvata momentlerinden ziyade, NE ve NASIL'lar cinsinden hareketle, genel bir düşünce şeklinde olması önemlidir.

Servis sektörü, kalite kontrol kavramını her geçen gün daha fazla kullanmaya başlamakla beraber, çoğu kişi bu konudaki kullanımı teşvik edip yaygınlaştırmanın pek de kolay olmadığını bilmektedir. Bunun nedeni, bilgileri elde etmedeki zorluk ve sunulan servisin ölçülebilir bir birim ile ifade edilememesidir. Bu zorluğuna rağmen günümüzde servis sektörü, kalite güvencesi faaliyetlerini sürdürerek daha mükemmeli aramanın peşindedir. QFD'nin servis sektöründe uygulanması sayesinde şirketler hizmetlerini değerlendirme, planlama ve dizayn etme gayretleri içindedirler (Akao, 1990).

Hizmet sektörüne örnek olarak, bir bilgisayar merkezi tarafından sağlanan yeni bir servis göz önüne alınabilir. Örneğin, otomatik data arşivlemesi. Burada müşteri ihtiyaçları hâlâ NE'lerdir ve bunlar bilgi bütünlüğü, arşiv büyüklüğü ve bilgiye ulaşma zamanı gibi ihtiyaçları içerebilirler. NASIL'lar ise, bu müşteri ihtiyaçlarını sağlayan bir servisin karakteristiklerini belirleyecektir. Örneğin güvenilirlik, ulaşılabilirlik ihtiyacı, dökümantasyon karakteristikleri, eğitim ve depolama ihtiyaçları. Hedef değerler, müşteri beklentilerini sağlayacak olan ölçülebilir dizayn hedeflerini oluşturacaktır. Örneğin ortalama hasar süresi, yükleme hasar oranı, dökümanların okunabilirliği ve eğitim süresi. NASIL alanlarının her biri için bir sonraki kalite evi, bunları müşteriye tatmin edecek hale getirmek için gerekli teknik karakteristikleri ve prosesleri belirleyebilir (Brown, 1991).

- **Mevcut bir ürün için QFD**

Mevcut bir ürünü gözden geçiren QFD projelerinde, ürün sanki yeniymiş gibi, NE'ler toplanır ve işlenir. Ancak buradaki NASIL'lar, mevcut geliştirme teknik karakteristikleridir. Hedef değerlerindeki herhangi bir artış, kalite evine yansıtılır. İlişki matrisi doldurulur ve

kalite evi analiz edilir. İlişki matrisindeki boş satırlar, karşılanmayan müşteri beklentilerini belirlerken boş kolonlar, herhangi bir müşteri ihtiyacını karşılamayan teknik karakteristikleri belirlerler. Korelasyon matrisindeki çatışmalar, bu iki teknik karakteristiğin ters yönde çalıştığını gösterir.

Daha sonra ekip uygun gördüğünde, yeni teknik karakteristikler belirler ve müşteri ihtiyaçları ile ilgisiz olan teknik karakteristikleri yok eder. Uygun olmayan hedef değerler gözden geçirilir. Gerekli görüldüğünde ekip, sadece haftalık önemli müşteri değerlerini yerine getiren veya diğer temel NASIL'ları engelleyen NASIL'ları yeniden değerlendirir ve belirler. Bir sonraki aşama olan kalite evi, tüm açınım aşamalarında bu düzenlemeleri sürdürmek için oluşturulabilir.(Brown, 1991).

- **Yatırım planlama için QFD**

Ürünleri belirleme ve planlamaya yardımcı olmanın dışında QFD, işletmenin geleceğini belirleme ve planlama için de vazgeçilmez bir araçtır. Yatırım planlaması olarak bilinen bu uygulama, QFD kavramının temel prensiplerini benzer şekilde kullanır. Burada müşteri değerleri, NE'ler olarak girilir ve bu değerleri uygulamak için iş ünitelerinin kullanılabileceği teknik karakteristikler de NASIL olarak girilir. Şüphesiz ki burada işler yüksek bir seviyede çalıştığından, detaylandırma derecesi zorunlu olarak kabaca olacaktır. Yani NASIL'lar ve bunlara karşılık gelen hedef değerleri iş uygulama, geliştirme stratejileri, teknoloji yönü veya politikası gibi konularla ilgilenebilir. Ancak amaç ve gerçekleştirme aynıdır.

Bu uygulama yeni ve mevcut yatırımlar için, çalışma grupları veya işletmeler için, iki yıllık veya on yıllık zamanlar için kullanılabilir (Brown, 1991).

- **Proses yönetimi için QFD**

QFD'nin başka bir uygulaması, proses yönetim faaliyetlerinin belirlenmesi ve planlanmasıdır. Burada NE'ler diğer proseslerden gelen iç müşteri ihtiyaçları, dış müşterilerden gelen makul beklentiler ve daha yüksek bir seviyeden (aşamalandırılmış QFD projesi) gelen kalemeler olabilir. NASIL'ların bilinen özellikleri ve hedef değerleri aynı kalır (Brown, 1991).

- **Teknoloji yönlendirmeli mühendislik için QFD**

QFD'nin son bir uygulaması, teknoloji yönlendirmeli mühendislik alanıdır. Bu tür çalışmada NASIL'lar, bir teknolojinin özellikleri olarak vardır. Burada amaç, bu özellikleri işletme için kârlı bir müşteri grubunun yeterli ölçüde tatminini sağlayacak şekilde bir NE'ler setine dönüştürmektir.

Çoğu teknoloji yönlendirmeli uygulamalardaki gibi bu tersine işleme, nadiren başarılı olur. Bilinen bir müşteri grubu için toplanan NE'ler yerine getirilmediğinde, başka bir müşteri grubu belirlenmeli ve onların NE'leri derlenmelidir (veya başka yeni bir müşteri grubu göz önüne alınmalıdır). Muhtemelen bu, mevcut alt grupların bir karışımı olabilir.

Bu tersine işleyiş, QFD'nin ve aynı zamanda günümüzdeki kalite yönetimi teorilerinin esasına ters düşer. Bu, muhtemelen çözülmemiş problemleri çözerek müşterileri heyecanlandırıp ümit veren mükemmel teknolojiler ile kullanılması durumunda etkilidir (Brown, 1991).

• QFD vasıtası ile politika yönetimi

Geleneksel olarak Amerikan şirketleri, sonuçlar aracılığı ile yönetim esasına göre faaliyet göstermişlerdir. Hedeflere göre yönetim olarak adlandırılan bu tür yönetimde, hedefler tespit edilir ve daha sonra sonuçlar ölçülerek performans tayin edilir. Üst yönetim, nadiren kalite iyileştirme ile ilgilenir. Sonuçları gerçekleştirmek için metotlar, sistemler veya kaynaklar genellikle orta kademe yönetimin veya mühendislerin yaratıcılığına bırakılır.

Amerikan şirketleri için oldukça yeni bir fikir, politika yönetimi veya hedefleri başarmak için kullanılan yöntemlerin bütünleştirildiği yazılımlardır. Politika yönetimi, olaylardan sonra gerçekleştirilen performans ölçümünden ziyade, yöntemlere odaklanarak sonuçları temin eden bir stratejidir. Şirket hedefleri ile bu yöntemlerin etkileşimini değerlendirmek için matris şemalarının veya ikili tabloların kullanımı, QFD vasıtasıyla politika yönetimi olarak adlandırılır.

Politika açılımı için kalite evi, belirli bir zaman diliminde yönetim stratejisini içerir ve yönetimin gözlemlerindeki ve değerlendirmelerindeki değişiklikler ile güncelleştirilir. Politikalar, bir kalite evi türü matris ile organizasyonun yapısına yayılır. Matris şemalarının kullanımı hayati derecede önemlidir. Çünkü hedefler ve politikalar veya hedeflere ulaşmak için yöntemler bir boyutlu uzayda gözlemlenemeyebilir. Homojen olmayan elemanlar arasındaki iletişim, etkileşimli ilişkiyi verimli bir şekilde değerlendirmek için 2 veya 3 boyutlu uzayda gözlemlenmelidir. Daha sonra çapraz fonksiyon ve dikey iletişim için kuvvetli, orta, zayıf ilişkiyi belirlemek için semboller kullanılır.

Politika yönetimi, şirket faaliyetlerini veya politik hedefleri yerine getirmek için yapılandırılmış bir metottur. Burada üst yönetim hedefleri belirlemeli, gözlemlerle ve ayarlamalarla açılım için faaliyetleri veya yöntemleri ilişkilendirmelidir. Bu metot üst yönetimin rolünü, sonuç yönlendirmeli şirketlerde etkili bir şekilde değiştirir. Yöntemleri yerine getirme temel odak haline gelir ve sonuçlar, politika yönetiminin ne kadar iyi

gerçekleştirildiğini gösterir. Bu nedenle sonuçlar, kişisel başarı veya başarısızlıktan ziyade yönetim sisteminin bir göstergesidir.

QFD ile politika yönetimini birleştiren bir sistem, mühendislik becerisini müşteriye ve yönetim becerisini de şirketin iş planlarına odaklayacaktır. Burada hedef, amaçlarını en üst seviyeye çıkarmak için bu sistemleri mevcut şirket kültürü ile bütünleştirmektir. Bu fikir, Japonlar'inkini veya bir başkasıninkini kopya etmek olmayıp, çapraz fonksiyonel ürün ve politika açılımı ile şirketi güçlendirmektir (Sullivan, 1988).

4.16. Eş Zamanlı Ürün / Proses Geliştirmede Kalite Fonksiyonu Açılımı

Eş zamanlı ürün/proses geliştirme (Concurrent Product/Process Development-CP/PD), ürün ve üretime ait proseslerin geliştirilmesinde önemli bir ilerlemedir. Eş zamanlı mühendisliğe benzer olarak bu, kavram geliştirmeden ürün geliştirmeye ve müşteri tatmin değerlendirmesine kadar her bir aşamada pazarlama, satın alma, finans, tedarikçiler, ürün mühendisleri ve üretim mühendisleri gibi tüm temel fonksiyonların dahil edildiği bir ortamı oluşturur. Etkili bir şekilde uygulandığında CP ve PD pazara ulaşma zamanını kısaltır, yüksek kalitede ürünler elde edilmesini sağlar, ürün maliyetini azaltır ve ürün risk seviyesini düşürür.

CP/PD projelerinde hem iç hem de dış müşterilerin sesi yakalanarak, tahmin edilebilir ve ölçülebilir ürün karakteristiklerine dönüştürülür. Daha sonra, çoklu ürün alternatifleri belirlenir, bilgisayarda modellenir ve müşteri yönlendirmeli ürün karakteristiklerine karşılık kendi performansları simüle edilir. Benzer şekilde alternatif üretim ve montaj stratejileri belirlenir, bilgisayarda modellenir, iç müşterilerden sağlanan proses ve ürün karakteristiklerine karşılık bunların performansı simüle edilir. Her bir alternatif ürün ve proses kavramı için işletme modelleri de iç müşterilerin hedeflerine karşılık değerlendirilir. Sonunda tüm müşteri ihtiyaçlarını, diğer ürün/proses kavramlarının herhangi birinden daha iyi bir şekilde karşılayacak olan bir ürün/proses kavramı seçilir.

CP ve PD'yi destekleyen temel teknoloji QFD'dir. QFD, müşterilerin ihtiyaçlarına ve beklentilerine uygun ürünler ortaya koymak amacı ile, iş ünitesindeki tüm organizasyonlara yönelik sistematik bir metot olarak tanımlanır (Hales, 1993).

CP/PD prosesinde QFD aşağıdakileri ifade etmek için yapılandırılır:

- Hem iç hem de dış müşterilerin ortaya konması gereken ihtiyaçları vardır.
- Bu ihtiyaçlar kolaylıkla karşılanamayabilir. Bu yüzden her bir farklı müşteri için ayrı bir matris gerekir.

- Tüm ihtiyaçlar ölçülebilir ürün karakteristiklerine dönüştürüldükten sonra ekip, bir ürün/proses kavramı seçmek için girişimde bulunabilir.
- Ürün/proses, sezgiler doğrultusunda değil, oldukça iyi bir seçme tekniği kullanarak seçilmelidir.
- QFD gerekli seviyede uygulanmalıdır. QFD, ürün dizaynını parça dizaynına ve detaylandırılmış proseslere indirgeme prosesi olarak düşünülmemelidir (Hales, 1993).

4.17. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nı Uygulayan Şirketlere Örnekler

QFD prosesi oldukça karmaşık görünmekle birlikte, pek çok potansiyel faydaya sahiptir. İçinde Toyota'nın tedarikçilerinin de bulunduğu bir çok Japon şirketi, QFD'yi uzun süredir kullanmaktadır. Toyota bu yöntemle kendi dizayn dönüşümlerinin 1/3 oranında azaltıldığını rapor etmiştir. Yine Toyota, bir ürün hattında bir yıllık çalışma sonucu % 61'lik bir başlangıç maliyeti azalması sağlamıştır (Fortuna, 1988). Toyota ve NGK, QFD'yi kullanarak aşağıdaki faydaları sağladığını ortaya koymuşlardır:

- Mühendislik değişikliklerinde %30-50 oranında azalma,
- Dizayn çevrimlerinde %30-50 oranında kısalma,
- Başlangıç maliyetlerinde %20-60 oranında azalma,
- Ürünlerin garantili kullanım dönemlerindeki müşteri şikayetlerinde %20-50 oranında azalma (Kathawala ve Motwani, 1994).

Japonya'da oldukça yaygın bir kullanıma sahip olmasına rağmen, QFD konusunda Amerika'daki ilk çalışma 1986 yılına kadar ortaya çıkmamıştır. Bu yüzden ABD'deki uygulamalar, Japonya'dakilere kıyasla kullanım ve etki bakımından daha azdır. Ancak bu konuya duyulan ilgi giderek artmakta ve başarılı çalışmalar ortaya çıkmaktadır.. Çoğu Amerikan şirketi bunu planlamada, yürütmede ve üst yönetimle ilgili işlerde kullanma konusunda ikna olmaktadır. En büyük üç yerli otomobil üreticisi, QFD konusunda eğitimlere ve uygulamalara başlamıştır. Ford, kendi tedarikçileri ile birlikte QFD'nin kullanımını ciddi bir şekilde teşvik etmektedir. Bir çok otomotiv tedarikçisi bu konuda vaka çalışmalarını tamamlamış ve QFD'yi kullanmaya başlamıştır. Otomotiv dışı sektörlerdeki kullanıcılar ise, geniş bir dağılım göstermektedir. Bunlar arasında AT&T Bell Laboratuvarları, Digital Equipment ve Procter & Gamble en çok bilinenlerdir. (Fortuna, 1988).

Taurus/Sable programı geliştirildiğinde Ford Motor Company, QFD'nin bir ürünün dizaynına ve üretimine yardımcı olacak olan en etkin yöntem olduğunu keşfetmiştir. 1987'den beri Ford, QFD'nin kullanımında liderliğini sürdürmektedir. Ocak 1991'den sonra 5000'in üzerinde Ford çalışanı QFD eğitimi almıştır. 1990 Ulusal Malcolm Baldrige Kalite Ödülü'nü alan Cadillac'ın kültürel değişiminde QFD'nin önemi belirgindir. Chrysler Corporation da, yakın zamanda geliştirdiği LH platformlarında QFD'yi kullanmıştır (Kathawala ve Motwani, 1994).



5. EŞ ZAMANLI MÜHENDİSLİK VE KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN TEKNİKLER

5.1. Veri Toplama Teknikleri

Ürün veya servis geliştirme çalışmalarında Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın (QFD) kullanılması sayesinde mühendislik değişikliklerinde %25 azalma, ürün geliştirme süresinde %50 kısalma, ürün maliyetlerinde %20 azalma ve müşteri şikayetlerinde % 30 azalma vb. gibi kazanımlar gerçekleşmektedir. Bu sonuçlar bir çok şirket için oldukça cazip olmakla birlikte, bu kazanımların gerçekleştirilmesi ve daha da ileriye götürülmesi QFD'nin uygulamalarında bazı ince ayarlar yapılarak gerçekleştirilebilir. Bu ayarlardan biri de, müşteri sesinin doğru bir şekilde algılanmasıdır (Nichols ve Flanagan, 1994).

Bir işletmede prosesin iyileştirilmesine, firelerin azaltılmasına veya ürün geliştirme zamanlarının kısaltılmasına karar verildiğinde, bu işten sorumlu kişiler özellikle müşterilerin bu konulardaki fikirlerini önemli ölçüde yönlendirici ve faydalı bulacaklardır. Özellikle bu konularda, müşteri isteklerinin doğru ve zamanında algılanmasına ve bunların yerine getirilmesine çalışılacaktır. Tatmin edilmiş bir müşteri, ürünü ve bunu üreten şirketi kendi dostlarına tavsiye edecek ve bu sayede satışlar ve kârlar artacaktır. Müşterinin sesine kulak veren şirketler daha başarılı ürünler veya servisler sunacak, böylelikle bu ürün veya servisler için oluşan talep, şirketlere daha fazla kazanma ve daha hızlı gelişme imkânı sağlayacaktır (Whiteley & Hessian, 1996).

Bunu gerçekleştirmenin bir sırrı veya gizemi yoktur. Sadece müşteri sesinin şirkete düzenli ve hızlı bir şekilde gelmesini sağlayan bir "donanım" ihtiyaç vardır. Bu "donanım" sayesinde bilgiler, güvenilir bir şekilde organizasyona ulaşır. Böylece sistematik bir şekilde bilgilerin algılanması, incelemesi ve kullanılması sağlanır (Whiteley & Hessian, 1996).

Verinin iki türü vardır. Bunlar *nitel* ve *nicel* verilerdir. Nitel veriler sayılabilir ancak ölçülemezler. Bu tür verileri toplarken sadece bilinmesi gereken, evet/hayır, iyi/kötü, kabul/red cevaplarının sayısı ve oranıdır. Nitel verilerle ilgili birkaç örnek aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Garson, müşteriye parayı aldığına dair bir belge verdi mi?
- Departman, öngörülen bütçesinin sınırlarını aştı mı?
- Banka memuru, müşterisine o anki hesap durumunu bilmek isteyip istemediğini sordu mu?

Genellikle nicel verileri toplamak diğerine göre daha fazla vakit alır. Toplanan verileri analiz etmek, nitel verilerin analizine göre daha zor olabilir. Nicel veriler, proses ile ilgili daha detaylı açıklamayı içerir. Nicel veriler bir olayın sadece olup olmadığını tespit etmekten ziyade, olayın sıklığı veya önemi konusunda bilgi verir. Nicel verilerle ilgili birkaç örnek ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Yazılan bir sayfadaki hataların sayısı,
- Bir paketi bir günde başka bir yere göndermenin maliyeti,
- Alınan şikayet telefonlarının sayısı.

Öte yandan nitel veriler toplandığında ürün veya servisle ilgili daha fazla bilgi sağlanmış olur (Ehresman, 1995).

Yapılan çalışmalarda şirketlerin %92'sinin, "müşterilerinin ürünleri hakkındaki düşüncelerinin kendilerini heyecanlandığını, ancak derlenen bu bilgilerin herhangi bir yerde kullanılmadığını" ifade ettikleri görülmektedir. Burada müşterilerden veriler toplanmış, tetkikler yapılmış hatta "müşteri tatmin indeksleri" çıkarılmıştır. Ancak bu kuruluşlar ilgili metodolojik döngüyü tamamlamadıklarından, bu bilgiler üst yönetime ulaştırılamamış ve gerekli çalışmalarda kullanılamamıştır. Öte yandan, "Eğer biz her bir müşterinin bizden istediğini yapmış olsaydık, sürekli olarak bir şeyleri düzeltmekten yeni ürün geliştirmeye vakit ayıramayacaktık" şeklinde bir ifadeye de çoğu zaman rastlanmıştır. Sonuçta sadece duyan değil, aynı zamanda uygulayan bir organizasyon oluşturulmalıdır (Whiteley & Hessian, 1996).

İstenilmesi durumunda, herhangi bir ürünle ilgili olarak, gerektiğinden de fazla veri toplanabilir. Ancak burada önemli olan onu kullanmaktır. Stratejik bir dinleme ve değerlendirme prosesi ile ilgili temel adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

5.1.1. Dinleme stratejisi oluşturma

Dinleme için bir strateji oluşturmada en önemli konu, öncelikle neden böyle bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğunu belirlemektir. Bu, en önemli noktalardan birisi olmasına rağmen, genellikle ihmal edilmektedir.

Pek çok şirket, "Müşteri kim" sorusuna karşılık, sadece o anki müşterileri düşünür. Bu yaklaşım yanlış olup, aşağıdaki gruplar da, birer "müşteri bilgi kaynağı" olarak algılanmalıdır (Whiteley & Hessian, 1996):

- Kaybedilen müşteriler,
- Kazanılmak üzere iken kaybedilen müşteriler,

- Potansiyel müşteriler,
- Rakiplerin müşterileri.

QFD çalışmaları için veri toplamada, müşterilere sorulacak olan sorular hazırlanmadan önce amaç belirlenmelidir. Örneğin Toyota Motor (ABD), kendi arabaları ve verdiği servis hizmetleri konularında mevcut araba alıcılarının neler düşündüklerini derinlemesine bir şekilde tespit etmek istemiştir. Burada asıl amaç, bu müşterilerin bir sonraki araba satın almalarındaki kararlarında nelerin etkili olacağını öğrenmektir. Bu amaçla müşterilere aşağıdaki sorular sorulmuştur (Whiteley & Hessian, 1996):

1. Sizi en fazla hangi ürün ve servis karakteristikleri ilgilendirmektedir?
2. Beklentileriniz açısından ve rakiplerimize kıyasla istediğiniz ürün veya servisi sunmada ne derece başarılıyız?
3. Sunulan ürün veya serviste sizce neler yanlış veya eksik?
4. Bizimle çalışmanın en iyi yönü nedir?
5. Diğer şirketlerin yapmakta olduğu, bizim şirketin ise henüz yapmadığı ancak sizin bizden arzuladığınız özellikler nelerdir?

Bir dinleme stratejisi oluştururken üzerinde durulması gereken konular şu şekilde sıralanabilir:

- ***Halihazırda Şirkete Ulaşan Verileri Değerlendirme ve Kullanma***

Radyo dalgalarının bir alıcının yardımı olmadan iletilemeyeceği gibi, bir çok durumda şirkete ulaşan verilerin çoğu ilgisine ulaşamamaktadır. Bunun sonucunda da, hem ilgili hem de şirket bu bilgileri kullanamamaktadır.

- ***Gelecek Olan Verilere Açık Olma***

Bazı durumlarda satış ve servis departmanlarına çok önemli veriler ulaşmaktadır. Bu verilere ilaveten, arayan kişi veya kişilere ilave sorular da sorularak daha fazla veri elde etme şansı vardır.

Bazen rastgele veya düzensiz müşteri temaslarına da önem verilmelidir. Bu gibi temaslarda elde edilen veriler çok önemli olabileceği gibi, diğer yöntemlerle de elde edilemeyebilir. Başarılı şirketler bu tür temasları teşvik ederler.

- ***Müşteri Sesini Algılamak İçin Stratejik Taktikler Geliştirme***

Mevcut veriler bir çok soruya cevap verecektir, ancak muhtemelen tümünü cevaplamakta yetersiz kalacaktır. Bu açıkları kapatmak için, şirketler kendilerine göre teknikler

geliştirmelidirler. Ayrıca uygun bilgilerin şirkete ulaşmasını sağlamak için yeterli bilgi kanallarının açılmasına özen gösterilmelidir.

ABD'deki Toyota müşteri ilişkileri uzmanının 1980'lerde özel bir müşteri dinleme stratejisi geliştirmesine kadar, Toyota çalışanları ve satıcıları müşterilerin gerçek anlamda ne düşündükleri konusunda bir fikre sahip olmamışlardır. Satıcılar, müşterilerin kendilerini sevdiklerini zannetmişlerdir. Aslında böyle düşünmelerinin nedeninin, görüşülen kişilerin asıl müşteriler olmayıp onun yerine kendi arkadaşları veya yönetici konumundaki diğer insanlar olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumda da görüşülen kişiler büyük ölçüde arkadaş veya tanıdık olduklarından, objektif bir değerlendirme yapamamışlardır. Bugün Toyota, yeni bir dinleme stratejisi geliştirmektedir. Geliştirdikleri bu "Kullanıcı Deneyimi İncelemesi" adlı çalışmaları ile, 1 ile 6 yıl önce Toyota alan müşteriler inceleme altına alınmıştır. Müşterilere, neden başka arabalardan ziyade Toyota aldıkları veya önceden Toyota alan bir kişinin neden Ford aldığı sorulmuştur. Önceki alıcıların neler düşündüğünün tespiti önemlidir ve bu nokta, Toyota'nın 1995 öncesi Müşteri Veri Toplama Sistemi'nde yer almamıştır.

Hewlett-Packard (HP), müşteriye dinleme konusunda stratejik yaklaşımı olan bir başka kuruluştur. Şekil 5.1, HP'nin stratejisini özetlemektedir (Whiteley & Hessian, 1996). Şekilden, bu stratejinin nasıl çalıştığı görülebilir ve iyi işletildiğinde bu stratejinin müşterilerden bilgi toplanması konusunda yeterli soruları kapsayacağı anlaşılır. Burada Müşteri Tatmini İncelemesi, "HP'nin bu işte nasıl ve nerede olduğunu" sorgulamaktadır. Müşteri Geri Besleme Sistemi, "hangi ürün karakteristiklerinin müşteriye ilgilendirdiği" sorusuna cevap aramaktadır. Müşteri Geri Besleme Sistemi ile Müşteri Ziyaretleri, birlikte "Neyin veya nelerin eksik olduğunu" sorgular ve çalışanlara müşterilerin hislerini aktarırlar.



Şekil 5.1. Hewlett-Packard 'ın müşteri dinleme sistemi (Whiteley & Hessian, 1996)

Yapılan çalışmalarda, şirketlerin %76'sının müşteri sesini dinleme konusunda, onbir veya daha fazla değişik bilgi toplama sistemi kullandıkları tespit edilmiştir. Öte yandan herkesin topladığı pek çok veriden, çoğu kişinin okumadığı bilgisayar raporları oluşturulabilir. Ancak Toyota'yı ve HP'yi diğerlerinden farklı kılan, toplanan verilerin ilgili kişilere etkin bir şekilde sunulmasıdır. Her iki şirket, müşterilere daha iyi hizmet sunmak için ne tür bilgilere ihtiyaç duyulacağı konusunda daha dikkatlidirler. Bu şirketler, ilgili bilgileri toplar ve ilgili insanlara etkili bir yolla iletirler (Whiteley & Hessian, 1996).

- ***Veri Toplama Yöntemlerini Arttırma***

Şirketler veri toplama ve kendi stratejik taktiklerini oluşturmada, farklı yöntemler kullanırlar. Tablo 5.1, bu konuda yaygın olarak kullanılan araştırma metotlarını ve bunların avantajlarını ve dezavantajlarını vermektedir. Bu yöntemlerden bazılarını uygulamak için, müşterilerden izin alınmalıdır. Bu şekilde, ilgili bilgilerin ses veya görüntü kayıtları alınır ve bu bilgiler ilk ağızdan diğer insanlara aktarılır.

Tablo 5.1. Müşteri sesini tespit etmek için kullanılan araçlar (Whiteley & Hessian, 1996).

Araç	Yapısı ve Amacı	Avantajları	Dezavantajları
Odak Gruplar	Küçük ölçekli müşteri veya hedef grupları, önceden etrafıca ortaya konmamış soruları cevaplamak üzere bir uygulayıcı ile toplanmak üzere davet edilir.	Sadece bir yöntemli uygulamalarda en kullanışlı tekniktir. Bu teknik, müşterilerle bir içtenlik ve samimiyet ortamının oluşmasını sağlar ve müşterilerin diğer yöntemlerde açıklayamayacağı görüşleri ifade etmelerine imkân tanır.	Küçük ölçekli müşteri grupları tüm müşteri tabanını temsil etmeyebilir.
Müşteri Panelleri	Odak gruplarında olduğu gibi, burada da küçük ölçekli bir müşteri grubu önceden etrafıca ortaya konmamış soruları cevaplamak üzere bir uygulayıcı ile toplanmak üzere bir müşteri paneline davet edilir. Ancak burada grup düzenli olarak toplanır.	Düzenli toplantılar odak gruplarına göre daha etkin bir içtenlik ortamının oluşmasını sağlar. Kendi problemlerinizi üzerinde uzun bir süre kafa yoran müşteriler bilhassa sizlere iyi fikirlerle gelebilirler.	Müşteri panelleri ileri seviyede bir yönetim ve organizasyon çabasını gerektirir.
Yüz yüze müşteri görüşmeleri	Bireysel görüşmeler farklı müşterilerin küçük nüanslarını işletmeye aktarmalarını sağlar.	Gruplarda müşteriler birbirlerinin tavrını etkileyebilirler. Ancak bireysel görüşmeler, müşterilerin daha özel düşüncelerini ifade etmelerine imkân verebilmektedir.	Gruplarda müşteriler ilk bakışta pek de açık olmayan düşüncelerini ortaya koyma konusunda birbirlerine yardımcı olur. Bireysel görüşmelerde bu olay gerçekleşmez.
Müşteri ziyaretleri ve müşterilerce ürünlerin nasıl kullanıldığının tespiti	Gerçek anlamda ürünleri kullanan müşterilerin etrafı bir şekilde incelenmesi, belki de diğer tekniklere kıyasla en ince ayrıntıların tespit edildiği bir tekniktir.	Muhtemelen bu teknik, potansiyelinin çok altında kullanılmaktadır. Ürünlerin ne amaçla tasarlandığını bilen insanlar, müşterilerin bunu hangi amaçlar için kullandıklarını görürler. Böylece ziyaretçi gerçekleştirenler, müşterilerin kendi başlarına ortaya koyamayacakları çözüm önerilerini tespit edip rapor ederler.	Bu metot beklenildiğinden daha az dezavantaja sahiptir. Bir çok müşteri, ziyaret edilmekten hoşnut olur. Ancak ziyaretler planlamayı gerektirir. Gitmeden önce nelerin inceleneceği konusunda sistematik bir fikir oluşturulmalıdır.

Tablo 5.1. Devam

Müşteri Turları	Kendi çalışmalarınızı ve üretiminizi göstermek üzere müşteriler davet edilir ve müşterilere daha iyi hizmet vermek için nelerin yapılabileceği tartışılır.	Müşteriler kendi işletmenizdeki olduklarında mükemmel fikirler ortaya koyabilirler	Müşteri turları gerçek müşteri fikirlerini etrafıca ortaya koyamayabilir.
Ticari fuarlarda müşterilerle toplantılar	Müşterilerin bir araya geldiği yerlerde stand açmak, ekonomik olmasının yanısıra müşteri sesinin algılanması açısından eskiden beri kullanılagelen bir metottur.	Diğer metotlara göre daha az harcama yapılarak daha fazla müşteri ile görüşülebilir.	Konuşmak için çok az süre söz konusudur ve ortam sunidir.
Ücretsiz arama hatları	Şirketler ürünlerine veya dökümanlarına bu telefon numaralarını ilave ederler.	Problemler gerçek anlamda yaşandığında müşterilerden bilgi almak için bu yöntem etkilidir. Bu ayrıca tatmini iyileştirir ve satışları artırır.	Bu metot pahalı olabilir.
Telefonla veya mektupla bilgi alma	Bu tür yoklamalar, tespit edilmiş belli soruları geniş bir insan grubuna yönelindirir. Bu sorulara verilen cevaplardan faydalı bilgiler elde edilebilir.	İyi yönlendirilip yönetildiğinde müşterilerin bir bütün olarak ne istedikleri konusunda bilimsel olarak güvenilir bilgiler elde edilebilir (Küçük gruplarla yapılan toplantılar, müşteri tabanının ne düşündüğünü ortaya koyamayabilir).	Sorular spesifik sorular dışında kalan konularda çok az bir bilgi edinilebilir. "Başka bir öneriniz var mı?" sorusunu sormak faydalı olmakla birlikte çok az kişi buna ayrıntılı cevaplar verir.
Gizli alışıverişiler	Profosyoneller, işinizi ve işyerinizi bir müşteri gibi ziyaret edip nasıl karşılandıklarını rapor ederler.	Sağlanan servis konusunda doğru bilgiler verir.	İstenmeden de olsa çalışanlara, kendilerine güvenilmediği mesajı verilebilir.
Öncü satış ve servis elemanlarının dönüşlerinde raporlama yapmaları	Elemanlara müşterilerin ürünleri nasıl karşıladıkları ve müşterilerin neler istedikleri konularında kendi tespitleri sorulur.	Bu metot, şirkette önceden mevcut bilgilerin tekrardan iletilmesini sağlar.	Bu bir bütün çözümler değildir ancak az bir riski vardır.
Müşteri servis elemanının iletişim hattı	Bu hat, müşteri servis elemanlarının herhangi bir problemi rapor etmeleri için kullanılır. Bir telesekreter bu iş için kullanılabilir.	Böyle bir hat hem veri akışını sağlar, hem de öncü elemanlara fazladan bir güç verir.	Yararlı olabilmesi için, gelen verilerin dikkatlice değerlendirilmesi gerekir.
Rekabet ile ilgili olarak kazanç/kayıp sonrası oluşturulan raporlar.	Bunlar, bir iş kazandırdığında veya kaybedildiğinde müşteriler ile yapılan özel görüşmelerdir.	Müşterilerin kendi ihtiyaçlarını, sizi ve rakiplerinizi düşündüğü bir anda kendileri ile yapılan görüşmelerdir.	Rekabet ile ilgili olarak kazanç/kayıp sonrası oluşturulan raporlar, diğer görüşmeler gibidir. Müşteriler bire bir olarak fikirlerini açıkça beyan edemeyebilirler.

Veri toplamada, önemli anları yakalamak oldukça yararlıdır. Önemli bir satın alma kararından sonra "en haklı müşteridir" ifadesi, pazarlamada doğruluğu kabul edilmiş bir gerçektir. Bu anda müşteri, kendi ihtiyaçları ve beklentileri konusunda en açık seçik bir fikre sahiptir. Ayrıca bu noktada müşteri, pazarda neyin sunulduğunu bilmektedir ve bu bilgiler doğrultusunda, rekabetçilerin zayıflıklarını ve üstünlüklerini de gözden geçirecektir. Satıcı olarak ister tercih edilen isterse edilmeyen taraf olun, böyle bir anda müşteriler ile görüşmek son derece yararlıdır. Özellikle bu işte kaybetmiş taraf iseniz, bu anda bilgi almak oldukça önemli ip uçları ortaya koyabilir. Ayrıca böyle bir anda müşteriler ile yapılan görüşmeler, sizin ciddiyetiniz konusunda karşı tarafa önemli mesajlar verir. Böylece bu sayede, bir sonraki alışverişte o kişinin tercihi siz olabilirsiniz. Görüşme için başka bir önemli an, müşteriler ile zorlu anlar geçirdikten hemen sonraki andır. Bir tamiratın gerçekleştirilmesinden hemen sonra müşteri ile bir mülakat yapmak, hem müşteri gözünde problemin giderilip giderilmediğini öğrenmek için önemli bir şanstır, hem de işinizi tam yapmadığınız veya yapamadığınız anda müşterinin alternatif çözüm önerilerini almak için ideal bir zamanlamadır (Whiteley & Hessian, 1996).

- ***Müşterilerin Henüz Bilmedikleri Noktaları Tespit Etme***

Günümüzde artan rekabet koşulları yüzünden hemen hemen her bir ürün veya servis için, şirketler bir adım daha önde olmanın mücadelesini yapmakta ve bunu yaparken de müşterilerine karşı daha bir dürüst olmanın çabası içine girmektedirler. Artan ürün seçenekleri ve farklılıkları ile karşılaşmalarına ilave olarak müşteriler, sürekli olarak yeni ürünlerdeki yeni teknoloji ve özellikler ile farklı farklı markalara yönlendirilmektedir. Gerçekten de "daha yeni", "daha taze", "daha ucuz", "daha hızlı" ve "daha iyi" kavramları müşterilerin markalara olan bağlılıklarını sürekli olarak etkilemektedir.

Rekabetçi olarak kalabilmek için, müşterilere ne istedikleri sorulmalı ve bu isteklere ilaveten biraz daha fazlası müşteriye sunulmalıdır. Odak grupları, anketler, cevap kartları ve görüşmeler böyle bir ilişki için temel araçlardır. Bu etkileşim, ürünü zenginleştirmekte, hatta zaman zaman yeni ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Ancak, ya müşterinin farkına varamadığı ihtiyaçları? Bu durumda sadece dinlemek veya gözlemek yetmeyecektir.

Müşterinin bulunduğu yere giderek, kendi ürününüzün veya servisinizin nasıl kullanıldığını gözlemek önemlidir. İşlerin nasıl gittiği görülmelidir. Kullanıcıların nerelerde ve ne tür problemlerle karşılaştıkları tespit edilmelidir. Müşterilerin stratejileri ve amaçları anlaşılmalıdır. Onların davranışı nedir? Nasıl karar verirler? Kısaca, sizin onları tanımanız ve onların da sizi tanımaları sağlanmalıdır. Bu karşılıklı etkileşim bir çok farklı fayda sağlayacaktır. Her şeyden önce bu, yeni ürünlerin ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır. Bu gözlemlerin başka bir faydası

da müşterinin "gizli tatminsizliğinin" tespitidir. Bu gizli tatminsizler, müşteri olarak sizi kızdıran ancak sizin şikayetçi olmadığınız kişilerdir.

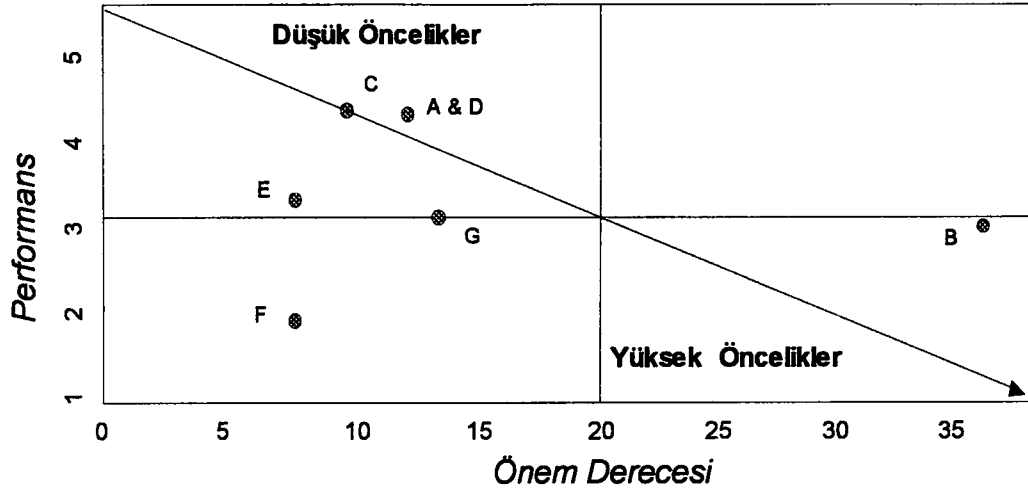
Yanlış soruları müşterilere sormak veya hedef gruplardan olmayan insanlardan veri toplamak şirketlerin sık sık yaptığı yanlışlardan biridir.

5.1.2. Bilgilerin toplanması, organize edilmesi ve gösterilmesi

Veri toplama prosesi sonucu büyük miktarlarda bilgi üretilebilir. Ancak toplanan bilgiler, çalışanların onları anlayamaması durumunda müşteri açısından bir fayda sağlamayacaktır. Bilgiler toplandıktan sonra organize edildiği ve etkin bir yolla ilgili kişilere iletiildiği sürece, çalışanlara verilmek istenen mesaj açık ve net olacaktır. Bunun sonucunda da, çalışanlar bu bilgileri kullanarak müşterilere daha iyi ürün veya hizmet sunma imkânını yakalayabileceklerdir.

Müşterilerden sağlanan verileri en basit, ancak en etkili şekilde sunmanın bir yolu, Şekil 5.2'deki gibi öncelik matrislerinin kullanılmasıdır. Bu şekilde bir gösterim ile müşteri bilgileri güçlü bir etkiye dönüştürülebilir. Çalışanlar müşterilerin neleri ve bunları hangi önemde istediklerini bu şekilde öğrenebilecekler ve kendi iyileştirmelerini ve çabalarını bu doğrultuda yönlendirebileceklerdir. Bu şekilde, doğru bir proses dizayn edebilecekler, doğru bir eğitim alabilecekler, müşterilerin arzulamadıkları konulardaki çalışmaların önüne geçebilecekler ve istenenleri etkili bir şekilde sunabileceklerdir.

Şekil 5.2'de söz konusu şirket, önce odak gruplar üzerinde bir araştırma yaptırmış ve bir beklenti matrisi ortaya koymuştur. Daha sonra her bir müşteri türü için, her beklentinin önemi ile bu beklentileri yerine getirmedeki başarılarını ortaya koyan bir matris oluşturulmuştur. Şekilden de görülebileceği gibi bazı beklentiler daha önemlidir ve şirketin bu beklentileri yerine getirme performansı da diğerlerinden daha yüksektir. Örneğin, şekilden de açıkça görülebileceği gibi, "emniyet"i temsil eden B noktasının konumu, bu özelliğin şirkete kıyasla müşteriler tarafından daha da önemli olarak algımlandığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık "iyi iletişim"i temsil eden C noktasının konumundan da anlaşılacağı üzere, müşterilerin bu özelliğe verdikleri önem, şirketin verdiği öneme göre daha düşüktür. Bu sonuçlardan hareketle ilgili şirket, müşterilerinin "emniyet" olarak ifade ettikleri beklentileri ile neleri amaçladıklarını anlamak üzere bir çalışma başlatmıştır. Bu çalışma sonucu elde edilen verilerden hareketle şirket, müşteriler tarafından ortaya konan "yeterli ölçüde emniyetli değil" ifadesi ile, şirketin işlettiği otelin dış aydınlatmasının yeterli olmadığına anlatılmaya çalışıldığı gerçeğinin farkına varmıştır. Bu eksikliğin farkına varılıp daha önce bu yönde bir çalışma başlatılmamasının nedeni, şirket çalışanlarının çoğunun gece şirketten uzakta yaşamalarıdır. Daha sonra otelin dış kısımları daha iyi aydınlatılarak, otel "emniyet" bakımından da müşterilerin beklentilerini karşılayacak hale getirilmiştir (Whiteley & Hession, 1996).



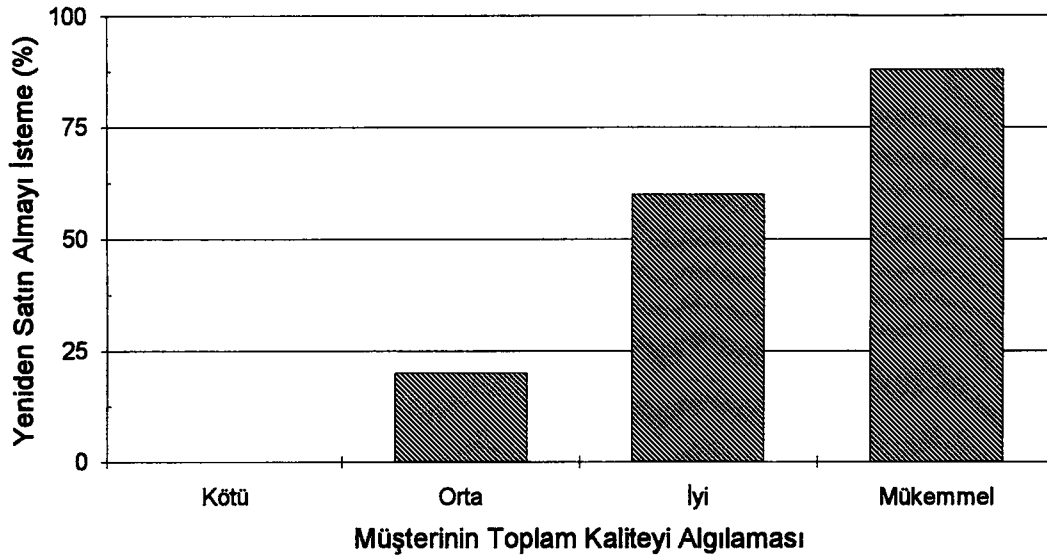
A: Sözü tutma, D: Yardımseverlik, F: Uygun Bina Sistemleri
 B: Emniyet, E: Konforluluk, G: Maliyet
 C: İyi iletişim,

Şekil 5.2. Kullanıcı öncelik matrisi (Whiteley & Hessian, 1996).

Müşterilerin, herhangi bir ürün veya servisin, kendi beklentilerini ve isteklerini karşılama konusundaki performansını değerlendirirken 5 üzerinden 4 vermesi yeterli değildir. Bu şekilde bir değerlendirme, o ürün veya servisin performansı konusunda belki "siz tamamsınız" demek olabilir. Ancak bu aynı zamanda, "siz büyük değilsiniz" anlamına da gelmelidir. Bu gibi bir puanlamada 1 ile 5 arasında alınan puanların anlamı şu olmalıdır:

- 5- Siz büyüsunüz,
- 4- Siz tamamsınız
- 3- Beni ara, işler çok iyi değil,
- 2- Sizinle tekrar iş yapmayacağım,
- 1- Dışarı çıkıp, her fırsatta aktif olarak sizin aleyhinizde konuşacağım.

Bu tür bir değerlendirmede 5 ile 4 arasındaki belirgin fark, Şekil 5.3'de gösterilmiştir. Buna göre, müşterilerin şirketin ürünlerini "yeniden satın alma konusunda çok istekli" olanlarının yüzdesi, müşterilerin bu ürünü "iyi" veya "mükemmel" olarak değerlendirmelerine bağlıdır. Şekil 5.3'den görüldüğü gibi, ürünü "iyi" olarak değerlendiren müşterilerin yaklaşık %60'ı tekrar bu ürünü satın alma eğiliminde iken, geri kalan %40'ı rakip bir ürünü satın alabilir. Oysa ki ürünü "mükemmel" olarak değerlendiren müşterilerin %90'ı tekrar bu ürünü satın alma eğilimindedirler.



Şekil 5.3. Müşterinin, performans değerlendirmesi ile ürün veya servisi yeniden satın alma isteği arasındaki ilişki(Whiteley & Hessian, 1996).

Verilerin toplanması, organize edilmesi ve gösterilmesinde kullanılan belli başlı araçlar şunlardır:

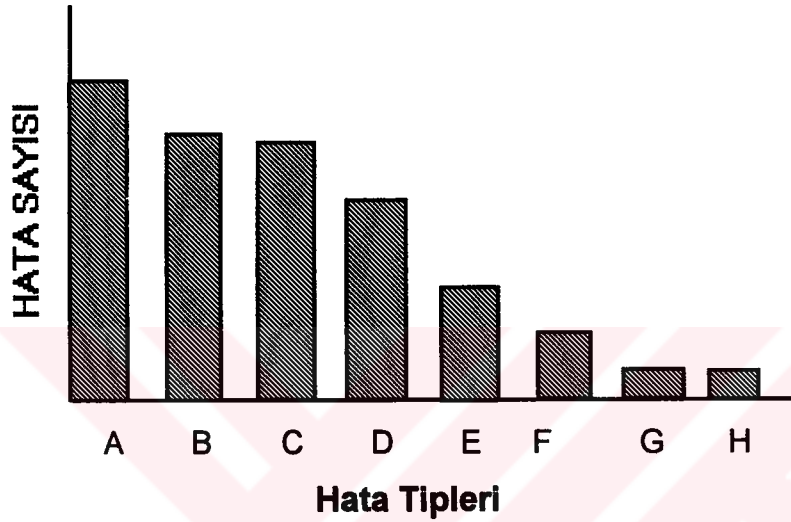
a) Kontrol Çizelgeleri: Burada veri toplamadaki amaç, bazı olayların hangi sıklıkta ortaya çıktığını tespit etmektir. Kontrol çizelgelerini oluştururken, önce hangi verilerin toplanacağına karar verilir. Daha sonra verilerin toplanacağı zaman periyodu seçilir. Bir sonraki adım, toplanacak verileri kayıt altına almak üzere bir veri toplama formu oluşturmaktır. Böyle bir örnek çizelge, Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Kontrol çizelgesi

Hata	Nisan					Toplam
	10	11	12	13	14	
Kaçırma	III	III I	II	III	IIII	20
Kırılma	II	III	I		IIII	10
Yırtılma	I	III	IIII	III I	III II	21
Toplam	8	12	7	9	15	51

Herhangi bir ürün veya servisle ilgili tespit edilen hataların türü veya müşteriden alınan şikayet telefonlarının türü bu çizelgelerin yaygın olarak kullanıldığı uygulamalardan bazılarıdır.

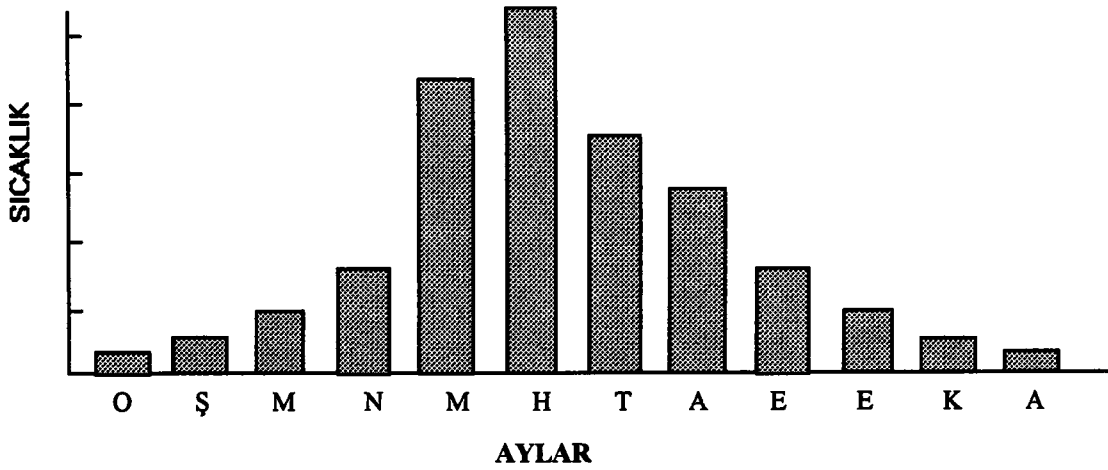
b) Pareto Diyagramları: Adını İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto'dan alan bu diyagramlar, problemleri veya problemlerin kaynaklarını önceliklendirmede kullanılmaktadır. Bu diyagramlar, ilgililerin en önemli ve en önemsiz olan parametrelere odaklanmalarına yardımcı olur. Pareto diyagramlarını oluştururken, önce veriler toplanır. Daha sonra analiz için bir zaman aralığı belirlenir. Bundan sonra gerçekleştirilecek adımlar, verilerin analiz edilip sınıflara ayrılması, bu sınıfların her birinin yatay eksende listelenmesi ve son olarak ta Şekil 5.4'teki gibi çubuklar halinde çizilmesidir.



Şekil 5.4. Pareto diyagramı

Ürün ve proses geliştirme ile ilgili kaynaklar sınırlı olduğundan, en önemli probleme ve konulara yönelmek oldukça önemlidir. Pareto diyagramları, önemli problemleri ortaya çıkarmada oldukça etkindir. Böylece kaynaklar, önemli olduğu tespit edilen noktalara odaklanır. En önemli problem, diyagramdaki en uzun çubuktur.

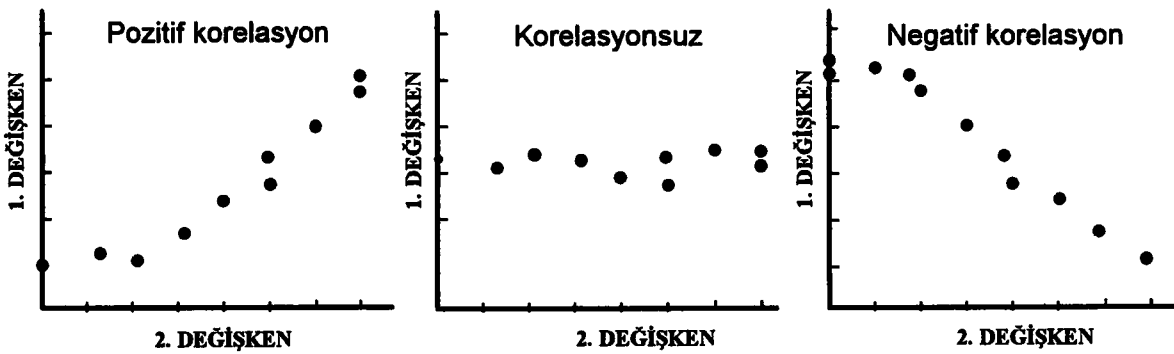
c) Histogramlar: Bu diyagramlar ölçümlerin ve veriler ile bu ölçümler sonucu ortaya çıkan olayların frekanslarını göstermek ve verilerdeki değişimleri ortaya koymak için kullanılmaktadır. Histogramlar oluşturulurken, önce veriler toplanır. Bir sonraki adım olarak, tüm veri grubunun en büyük ve en küçük değeri belirlenir. Toplanan veriler, sistematik bir hale getirmek ve yatay eksen üzerindeki çeşitliliği azaltmak amacı ile alt sınıflara ayrılır. Bu işlem için kesin bir kural olmamakla beraber, veri sayısının karekökü kadar alt sınıf oluşturulur. Daha sonra sınıf aralığı ve sınıf sınırları belirlenir. Son olarak oluşumun frekans tablosu oluşturularak, Şekil 5.5'teki gibi ilgili histogram çizilir.



Şekil 5.5. Histogram

Bu diyagramları kullanmanın en belirgin faydası, ürün veya servisteki değişimin miktarını belirlemek ve değişimin şeklini ortaya koymaktır. Diyagramdaki dağılımlar her zaman simetrik olmayacağından, diyagramların bazen sağa bazen de sola doğru azaldığı görülebilir. Bunun tespiti, müşteri tatmini için ürün ve servisteki gelişmeyi değerlendirmede önemlidir.

d) Dağılım Diyagramları: Bu diyagramlarla, sunulan bir ürün veya hizmette mevcut iki parametre arasındaki muhtemel ilişkiyi ortaya koymak mümkündür. Diyagramdaki noktaların ortaya koyduğu şekil, bu ilişkinin mevcut olup olmadığını ve varsa bunun pozitif bir ilişki mi yoksa negatif bir ilişki mi olduğunu ortaya çıkarır. Bu diyagramların oluşturulmasında, önce ilişkisi incelenmek istenen iki değişken ile ilgili veriler toplanır. Daha sonra bu değişkenlerden biri dikey, diğeri yatay eksen olmak üzere Şekil 5.6'daki gibi diyagram çizilir. Son olarak ta oluşan noktaların şeklinden ilişkinin derecesi tespit edilir.

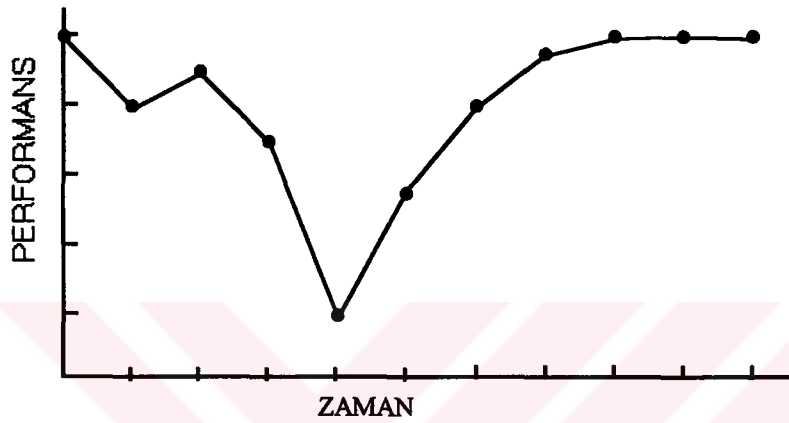


Şekil 5.6. Dağılım diyagramları

Bu diyagramlar, muhtemel neden-sonuç ilişkilerini kontrol edip ortaya çıkarmak için kullanılabilir. Herhangi bir ilişkinin var olması durumunda, bir değişkenin kontrolü diğerrinin de

kontrol edilebilmesine imkân sağlar. Diyagramdaki noktaların birbirlerine göre konumu, bu ilişkinin derecesi konusunda önemli sonuçlar ortaya koyabilir. Bu ilişkinin derecesini ortaya koymada kullanılabilecek çok sayıda matematiksel denklem olmasına rağmen, pek çok durumda gözle kontrol yeterli olabilmektedir.

e) Sonuç Diyagramları: Zaman grafikleri de denen bu diyagramlar, bir prosesin performansının zamanla nasıl değiştiğini ortaya koyan diyagramlardır (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Sonuç diyagramları

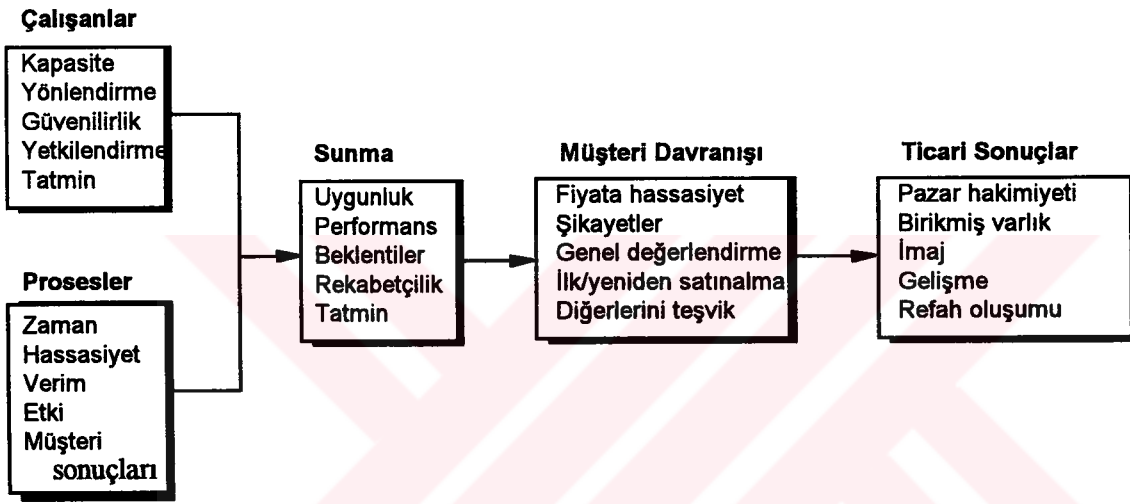
Bu diyagramları oluşturmak için önce, hangi proses karakteristiğinin değerlendirmeye alınacağına karar verilir. Bu proses karakteristiğinin doğru olarak seçilmesi önemlidir. Yanlış bir karakteristiğin seçimi, hem zaman kaybına hem de analiz sonucu, yanlış sonuçların ortaya çıkmasına sebep olabilir. Daha sonra veri toplama frekansı tespit edilir. Belirsizliklerin olduğu veya tahminlerin pek mümkün olmadığı durumlarda, veri toplama frekansı sıklaştırılmalıdır. Tespit edilen frekansa göre toplanan veriler, zamana bağlı olarak grafik haline getirilir. Daha sonra, gerektiğinde toplanan verilerin ortalaması alınarak noktalar birleştirilir. Son olarak ta, ortaya çıkan eğrinin şeklinden veri ile ilgili önemli ayrıntılar elde edilebilir. Bilhassa eğrideki ani çıkış ve inişler, dikkatli bir şekilde incelenmeli ve nedenleri sorgulanmalıdır. Sonuç diyagramları, bilhassa ürün veya hizmetin performansının zamanla değişimini değerlendirmek için önemlidir. Ancak ortaya çıkan eğrinin şekli dikkatli bir biçimde yorumlanmalıdır (Ehresman, 1995).

5.1.3. Dinamik puan kartları oluşturma

Müşteri isteklerinin karşılanması amacı ile ilgili gerçekleştirilecek olan QFD çalışmalarında kullanılacak veri toplamada en önemli aşamalardan biri, belki de en önemlisi, bu bilgilerin şirket için bir anlam ifade edip etmeyeceği ve performansı artırıcı bir gösterge olup olmayacağıdır.

İşte bu noktada, yönetime etkin bir şekilde yardımcı olan dinamik "puan kartları" oluşturulmalıdır. Bu puan kartları "uçanın kokpitindeki detaylar" gibidir. Şirketler bu puan kartlarını oluşturmak için değişik yaklaşımlar sergilerler. Bazı puan kartları bazı şirketlerde gelenekselleştirilmiş şekildedir. Burada şirketin ulaşmak istediği sonuçlar ile, bu sonuçlara ulaşmayı sağlayan kişiler ilişkilendirilmiştir.

Şekil 5.8, dinamik bir puan kartının elemanlarını göstermektedir. Şirketin çalışanları ve iş prosesleri, şirketin ürün ve servis sunumunu oluşturur. Bu sunum müşteri davranışlarını, müşteri davranışları ise ticari sonuçları yönlendirir.



Şekil 5.8. Dinamik puan kartları (Whiteley & Hessian, 1996).

Dinamik puan kartlarını kullanmanın bir çok yolu vardır. Hewlett-Packard, 18 ile 20 farklı "çalışma esası" öngörmektedir. Merkezi yönetim bunlardan, çalışanın ve müşterinin memnuniyeti, finansal konular ve zamanında teslimat gibi önemli birkaç konuyu her bir kısım için zorunlu tutar. Her bir kısım, geri kalan çalışma esaslarını kendisi belirler. Bu esaslar sayesinde öncelikler kolaylıkla belirlenebilir ve faaliyetin mantığı daha da netleşir (Whiteley & Hessian, 1996).

5.1.4. Müşteri sesi ile ekibi ve bireysel davranışları yönlendirme

Stratejik bir dinleme, iyi iletişim ve dinamik puan kartları ile bir organizasyon, kendisini müşterisinin sesine kulak vermek üzere hazırlar. Müşteri sesinin bir şirkete aktarılması, sadece üstten alta doğru iletişimin iyileştirilmesi anlamına gelmemelidir. Bu aynı zamanda, her bir çalışanın müşteri sesini nasıl işitebileceği konusunu da kapsamalıdır. Çalışanlar müşterilerin ne istediklerini dolaylı olarak değil de, bizzat kendileri dinlemek isterler.

Müşteri sesinin doğru olarak algılandığından emin olmanın yolu, "Beş Ne" sorusunu sorup cevabını almaktır. Çalışanlar beş kez "Ne" sorusunu sorarak, müşteri isteklerinin doğru olarak algılandığından emin olmalıdırlar. Örneğin birileri, müşterinin "toplam kaliteyi" istediğini söylediğinde, karşılığında "toplam kalite ile neyi amaçlıyorsunuz?" sorusu sorulmalıdır. Eğer karşılığında "problemlerime hızlı çözüm bulma" cevabı geliyor ise, bunun devamında "hızlı çözüm ile ne demek istiyorsunuz?" sorusu sorulmalıdır. Sorgulama bu şekilde beş kez devam ettirilirse çalışan ve müşteri, konuyu karşılıklı olarak birbirlerine doğru bir şekilde aktarmış olur. Böylece sunulan ürün ve servisin kalitesinden, bunu üreten kadar fikir ve düşünceleri ile bunun ortaya çıkmasına katkı koyan müşteriler de sorumlu olmaktadır.

Veri toplama ve müşteri tatmini ile ilgili istatistikler, çalışanlara ne yaptıkları ve hangi noktalarda daha neler yapabilecekleri konusunda yardımcı olur. Bu bilgi akışı, sürekli bir prosestir ve sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi belli bir gayreti gerektirir. Ancak şu noktanın da altı çizilmelidir ki, çoğu organizasyon kendisine ulaşan bilgilerden yeterince yararlanamamaktadır. Bu ise aşağıdaki şirket hatalarından kaynaklanmaktadır (Whiteley & Hessian, 1996):

- Hiç kimse tüm sorumluluğu almak istememektedir. Şirketin her bir departmanı kendisi için faydalı olacağını düşündüğü bilgileri toplar, ancak şirkette bu bilgileri bir araya getirerek bütünün görülmesini sağlayacak herhangi birisi yoktur.
- Herhangi bir sistematik gayret yoktur. Müşteri bilgilerinin toplanmasında herkesin yardımcı olması gerektiği fikri, aynı bilgilerin birkaç kez toplanmasına ve bazen de veri toplanmasında bir koordinasyonsuzluğa sebep olabilir. Böylece bu bilgilerin şirket için anlamı konusunda bir çok farklı "gürültü" ortada olmasına rağmen, net bir uzlaşma olmamaktadır.
- Sorumluluk bu iş için uygun olmayan geleneksel pazar araştırma aracını kullanan elemanlara verilmiştir. Bu şekilde elde edilecek veriler demografik istatistikler olduğundan, gerçekte müşterinin ne istediği konusunda pek kullanışlı olmayacaktır. Bu tür bilgiler müşterilerin ne istediğinden ziyade, kim ve nereli olduklarını ortaya çıkarır.
- Bilgiler sadece bazı müşterilerden toplanmıştır. Hiç kimse müşterilerin sayısı ve yoğunluğu konusunda yeterli bir çalışma yapmamıştır. Bu durumda gelen bilgiler doğru olmasına rağmen çoğunluğun isteklerinden ziyade, sadece ilgilenilen grubun isteklerini yansıtır.
- Müşteri tatmini konusunda bilgiler toplanmış ancak bu bilgiler, müşteri beklentilerinin bütünü içinde değerlendirilmemiş veya öncelikleri belirleyen diğer herhangi bir ölçü ile kıyaslanmamıştır.

- Gerçek veya potansiyel müşterilerin ihtiyaçlarını bilen, ancak kendisi müşteri olmayan kişiler bilgi toplama sistemine dahil edilmemiştir.
- Bazı şirketler veri toplama için tüm teknik adımları atarlar, ancak toplanan bilgilerin organizasyonun tümü içinde paylaşımında başarısız olurlar. Bu durumda organizasyon içinde birileri müşterinin ne istediğini bilmekte, ancak bu konuda kararı verecek olan kişinin bu konuda bilgisi olmamaktadır.

5.2. Veri Toplama İçin SistematiK Planlama

Bir şirketin herhangi bir yönetim kademesinde, ürün veya servis kalitesini ve şirketin müşterilerini koruma ve yenilerini kazanma yeteneğini etkileyecek kararlar verilmek zorundadır. Pek çok karar alınmadan önce, veri toplamak bir zorunluluktur. Verinin kalitesi, verilen kararların kalitesini doğrudan etkiler. Bu olaylar, karar verme prosesinin bir parçası olan veri toplama için planlamada, sistematiK bir yaklaşıma olan ihtiyacı ortaya koyar.

Yönetimin tüm kademeleri, iki önemli nedenden dolayı bu sistematiK yaklaşıma dahil edilmek zorundadır. Birincisi, müşterilerin beklentileri ve performans standartları sürekli olarak yükselmektedir ve onların ne için kullanılacağına bağlı olarak bu verinin, hem resmi olarak hem de teknik olarak savunulabilir olması gerekebilir. İkincisi ise, önemli ve karmaşık kararlar için veri toplamanın çok pahalıya malolabileceğidir.

Bir veri toplama prosesinin savunulabilir ve ekonomik olmasını sağlamak için şirketler, veri toplama projelerini planlama konusunda bir yaklaşım olan " Veri Kalitesi Hedefleri (Data Quality Objectives-DQO)" prosesini kullanırlar. Bu prosesin adımları şu şekilde sıralanabilir:

Adım 1:

DQO prosesi, bir veri toplama prosesinin amaçlarını belirleyen üç aşamalı bir iteratif planlama prosesidir. Bu proses, tolerans gösterilebilecek bilgi belirsizliklerinin seviyesini belirler. İlk aşamada yönetim hangi kararların alınması gerektiği, ne tür bilgilere ihtiyaç duyulduğu ve yanlış kararların etkisi konularında orta kademedeki teknik elemanlarla temasa geçer. Yönetim, bir soruya cevap vermek veya bir karar almak için verileri kullanan kişi veya kişiler olarak tanımlanır.

Bir proje yöneticisi genellikle DQO prosesini başlatır ve programdan, projeden ve teknik elemanlardan oluşan bir ekip oluşturur. Daha sonra bu ekip, aşağıdaki görevleri yerine

getirebilsin diye program yöneticisinden, proje yöneticisinden ve orta kademe teknik elemanlardan girdiler alır.

1. Ne tür soruların cevaplandırılması gerektiğinin veya hangi kararların alınması gerektiğinin belirlenmesi.
2. Sorulara cevap vermek veya karar vermek için ne tür bilgilerin gerekli olduğunun belirlenmesi.
3. Mevcut verinin, sorulara cevap vermek için mi yoksa karar almak için mi kullanılacağını belirlemek için, analiz edilmesi. Eğer yeni veriler gerekiyorsa bu durum için bir proses modelinin geliştirilmesi.
4. If-then formatı ile, yanlış veri kullanmanın muhtemel sonuçlarının belirlenmesi.
5. Veri toplama projesi için mevcut bütçenin belirlenmesi.

Ekip memolar, mektuplar veya toplantılar gibi iletişim araçlarını kullanarak gerekli bilgiyi elde edebilir.

Adım 2:

DQO prosesinin ikinci adımında ekip, birinci adımda orta kademe yönetimden kendisine gelen bilgileri kullanarak,

1. Sorunun veya kararın, gerçekten sadece bir soru veya karardan oluşup oluşmadığını inceler.
2. Her bir soruyu cevaplandırmak veya her bir kararı almak için gerekli verilerin türlerini (kimyasal veya fiziksel veri gibi..) belirler. Her bir verinin kullanımını belirler. Verinin kullanımının, temel problem veya karar ile nasıl ilişkili olduğunu açıklar.
3. İstenen veri güvence seviyesini belirler. Bu veri güvence seviyesi, kararın önemine ve yanlış kararın risklerine dayanır. Veri güvencesinin üç seviyesinden birisi seçilebilir. Bu seviyeler şunlardır:

Seviye 1 : Konfigürasyon kontrolü altında organize edilen dökümantasyon ile birleştirilen detaylı veri planlama prosesi ve bağımsız yeniden inceleme,

Seviye 2 : Bir kalite programı veya konfigürasyon kontrolü altında organize edilen dökümantasyon ile birleştirilen detaylı veri planlama prosesi ve program/proje iç gözden geçirmeleri ve kontrolleri,

Seviye 3 : Dökümantasyonun teknik inceleme kontrolü ile birleştirilen daha basit veri planlama prosesi ve ciddi yeniden inceleme,

4. Seçilen kalite seviyesi için ihtiyaç duyulan verinin miktarını belirleme.
5. Müşterilerin ihtiyaçlarına bağlı olarak müsaade edilebilecek belirsizliklerin seviyesini belirlemek, karışık bir proses olabilir. Bu konuda bir uzmandan faydalanılmalıdır. Örnekleme ve analitik hataları da içeren veri toplama prosesinin, toplam belirsizliği analiz edilmelidir. Toplam belirsizliği hesaplamak için prosedürler belirlenmeli ve dökümanite edilmelidir. Genellikle daha hassas belirsizlik hedefleri, projede önemli ölçüde yüksek maliyet demektir. Bu yüzden, başlangıç amaçlarına bağlı olarak maliyet ve kalitenin en uygun karışımını sağlamak için bütçeler dikkatli bir şekilde belirlenmelidir.
6. Bilgi toplama için yer ve zamanı belirleme, sınırların anlaşılması gereksiz verilerin toplanmasını önleyebilir.

Adım 3:

DQO prosesinin üçüncü aşamasında veri toplama programı, adım 1 ve adım 2'deki sonuçlara dayanarak teknik elemanlar tarafından tasarlanır. Veri toplama programının planlanması, ölçüm sisteminin ve örnekleme stratejisinin dizaynı ve veriyi desteklemek için ne tür dökümantasyonun kullanılacağına karar vermeyi içerir.

Adım 1 ve adım 2'de ekip, program içinde müsaade edilebilecek toplam belirsizliğin miktarını belirler. Bu, veride müsaade edilebilecek toplam belirsizliği verecektir. Bu program, toplam belirsizliklerin program ihtiyaçlarını karşılaması için gözden geçirilmelidir.

DQO prosesi, yukarıdan aşağıya bir planlama prosesidir. Fakat daha da önemlisi bu, iki yönlü bir iletişim prosesidir. Tek yönlü iletişim başarılı olmayacaktır. İletişimler yazılı olarak memolar üzerinde, mektuplarla veya toplantı tutanakları ile dökümanite edilmelidir. Proje dosyaları içinde tutulan bu kayıtlar, programı daha denetlenebilir bir hale getirir ve yöneticileri daha saygın hale getirir. Bu kayıtlar verinin savunulabilirliğine yardımcı olur. Açıklandığı gibi, DQO prosesinin bu üç aşaması, program ve proje elemanlarınca gerçekleştirilir. Ancak bu proses, DQO prosesi konusunda uzmanlaşmış bir kişi tarafından desteklenmelidir.

DQO prosesi, prosesin ilk aşamasında yönetimin veya karar vericilerin üst yönetimle etkileşim halinde olmasını gerektirir. Bu prosesin en belirgin zayıflığı, yönetim girdisi olmadan çalışmamasıdır. Tüm seviyedeki yöneticiler veri toplama sistemlerinin dizaynında, kendi

rollerinin farkına varmalıdırlar. Bunlar aynı zamanda, verinin ne zaman ve nasıl gerekli olduğunu açık bir şekilde belirleme becerilerine sahip olmalı ve uygun kararlar vermelidirler. Yönetim girdisinin olmadığı anlarda DQO'yu elde etmeye çalışan ekibin aşağıdan yukarıya yaklaşımdan başka bir seçeneği yoktur. Bu, hayal kırıklıklarına ve kullanılmayan DQO'lara sebep olur.

QFD-DQO yaklaşımını kullanan çok fonksiyonlu ekipler, kendi içlerinde ve diğer ekipler arasında etkileşimi ve iletişimi arttırabilirler. QFD ile DQO proseslerinin birleştirilmesi, deneyleri ve araştırmaları planlamak için iyi bir yoldur. Bu birleştirme, karar vermeyi desteklemek için bilgilerin toplanması durumunda kullanılabilir (Casey ve diğerleri, 1993).

5.3. Eş Zamanlı Mühendislik ve Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmalarında Kullanılan Diğer Teknikler

Bir EM veya QFD çalışması başlatıldığında, uygulayıcının kullanabileceği çok sayıda teknik ve araç vardır. Bu çalışmalarda en sık kullanılan teknikler Değer Analizi (Value Analysis), Deney Dizaynı (Design of Experiment-DOE), Taguchi Metodu, Hata Modu Etki Analizi (FMEA), Üretilebilirlik İçin Dizayn (DFM), Montaj İçin Dizayn (DFA) ve İstatistiksel Proses Kontrol'dur (SPC). Yaygın olarak kullanılan araçlar ise, Yedi Yeni Planlama Araçları'dır. Aşağıda, bu teknikler ve araçlar kısaca açıklanmıştır.

5.3.1. Değer analizi

Geleneksel olarak bu araç, ürünün fonksiyonunu belirlemek için ve ürünü en düşük maliyette pazara sunabilmek için kullanılmaktadır. Değer, her bir fonksiyonun pozitif ve negatif yönlerine bakarak belirlenir. Değer analizi yaklaşımında, ürün tarafından sunulan fonksiyonları ve bu fonksiyonların her birinin maliyetini belirlemek üzere bir, çok fonksiyonlu ekip kullanılır. Bu analizin sonuçlarına göre, gereksiz özellikler ve fonksiyonlar yok edilirken ve gerekli fonksiyonların en düşük maliyetle sağlanmasına çalışılırken üretilebilirlik, kalite ve servis faaliyetlerinin optimizasyonuna çalışılır (Chu ve Holm, 1994). Tipik bir yaklaşım, her bir ekibin bir ürünün her bir bileşeninin amacını anlamasıdır. Daha sonra her bir fonksiyon, bir maliyet-fayda faktörü ile tespit edilir. Daha sonra y ekseninde önem, x ekseninde ise maliyet olacak şekilde bir grafik çizilir. Bu grafik üzerinde 45 derecelik bir doğru çizilerek, bu doğrunun altında kalan kalemler iyileştirilmek için hedef seçilir. Daha sonra alternatif dizayn tespitleri yapılır. Bu yeni kavramlar teknik, maliyet, güvenilirlik, emniyet, çevresel etkiler ve kalite açılarından değerlendirilir. Son olarak da, uygulanmak üzere "en iyi değer" dizaynı seçilir (Bossert, 1991).

5.3.2. Deney dizaynı

Deney dizaynı ve Taguchi metodu, QFD matrisinin gövdesindeki ilişkileri anlamak için kullanılan araçlardır. DOE (Design of Experiment) olarak ta bilinen bu yöntemin en büyük faydası, proses değişimlerinin nasıl azaltılması gerektiği konusunda etkili olmasıdır. Bu yöntem, prosesin kapasitesini arttırmada kullanılan en etkin araçtır. İlk defa 1920'lerde İngiltere'de kullanılan bu teknik ile güneş, sıcaklık, yağmur, toprak veya gübre gibi faktörlerden hangisinin tarımsal deneylerde büyümeye en etkili olduğu incelenmiştir. Bu yöntemin diğerlerine göre en belirgin avantajı, değişkenlerin ürün üzerine olan etkilerinin sayısal olarak ortaya konabilmesidir. Ayrıca bu yöntem sayesinde, ürün üzerinde olan etkileri bakımından, değişkenler arasındaki etkileşim de ortaya konabilmektedir. Tipik olarak bir boyutlu testler (laboratuvarda her defasında sadece bir değişken) bunu sağlayamazlar. Bu özellik bilhassa, değişkenlerin etkiel özelliklerini optimize ederek, üründen beklenen kaliteyi maksimum bir seviyeye çıkarmada çok önemlidir. Deney dizaynını gerçekleştiren kişi, her bir parametrenin etkisinin arkasındaki prensibi kavramalı ve sonuçların dizaynı ve riskini bir istatistikçi ile tartışmalıdır. Böylece Deney dizaynının amacı, ürünün performansını etkileyen kritik ürün karakteristiklerini (faktörlerini) seçmek, bu faktörleri ve bunların farklı kombinasyonlarını bir test matrisine dönüştürmek ve bu testleri gerçekleştirmektir (Cartin, 1993).

5.3.3. Taguchi metodu

Bu metot, Dr. Genichi Taguchi tarafından geliştirilmiştir. 1950 ve 60'lı yıllarda Dr. Taguchi ürünün dizaynı, imalatı, ve kullanımındaki her bir konuya yer veren komple bir kalite kavramı geliştirmiştir (Lochner ve Mater, 1990). Bu metot, hem istatistiksel proses kontrolü hem de kalite ile ilgili yeni yönetim tekniklerini kullanmaktadır. Bu metot, iki temel yaklaşım üzerine kurulmuştur. Bunlar;

- 1) Kalite, mevcut tolerans limitlerine uygunluktan ziyade belirlenen hedef değerlerden sapmalar ile ölçülmelidir,
- 2) Kalite, gözlem veya yeniden üzerinde çalışma ile sağlanamaz ancak uygun ürün veya proses dizaynı oluşturmak ile inşa edilebilir.

Yukarıdaki ilk kavram SPC ile Taguchi yaklaşımları arasındaki farkı ortaya koymaktadır. SPC metotları, bir özelliğin belirlenen tolerans içine çekilmesine ağırlık verir ve bu şekilde ürün/prosesin kalitesini kontrol etmek için kullanılır. Taguchi Metodu ise, belirlenen hedef değerlerine ulaşmaya ve değişimin yok edilmesine ağırlık verir. Yukarıdaki ikinci kavram ise, Taguchi Metodu'nun deneme yapılmadan ziyade, dizayn üzerinden hareketle üretim değişimlerini etkileyen faktörlerin optimize edilmesi gerektiğini ön plana çıkarır. SPC,

üretimden sonra (yakalanması durumunda) hataların ve arızaların yok edilmesini sağlar; oysaki asıl gerekli olan, bunların oluşmasını önleyen metodolojinin kullanılmasıdır ve bu, Taguchi Metodu'nu kullanarak sağlanabilir. Taguchi ismi, DOE ile eş anlamlıdır. İstatistikçiler arasında bu iki yöntemden hangisinin daha iyi olduğu konusunda bir tartışma vardır. Bu iki yöntemin de etkili olarak kullanılabileceği durumlar söz konusudur (Bossert, 1991). Taguchi'nin katkısı DOE'yi klasik ve tamamen istatistiksel yaklaşıma göre daha pratik ve uygulanabilir hale getirmiştir. Özet olarak Taguchi, bir çok faktörün ve seviyenin kombinasyonları için gerekli deney sayılarını önemli ölçüde azaltan, bazı sabit sıralar (deney matrisleri) geliştirmiştir (Cartin, 1993). Bir çok durumda Taguchi Metodu, bir proste dizayn aşamasının çok daha öncesinde kaliteyi arttırmak üzere mevcut üretim problemlerine uygulanmaktadır. Böylece ortaya çıkacak ürünler, bir taraftan çok daha stabil olabilmekte, diğer taraftan kalite bakımından da rekabet edebilmektedirler. QFD ve Taguchi Metodu gibi kalite araçları birbirlerini destekler durumdadırlar. QFD, müşteri istekleri doğrultusunda temel ürün ve proses konularını belirlerken Taguchi Metodu da, ne tür ürün veya proses ilişkilerinin olduğunu belirlemeye yardımcı olur. Taguchi Metodu bu ilişkiyi belirlemekle kalmayıp, aynı zamanda bu ilişkilerin göreceli şiddetini ve doğasını da belirler. İlave olarak Taguchi kavramları, oldukça kritik ürün veya proses parametrelerinin sayısını minimize eder. Eş zamanlı olarak kaliteyi iyileştirerek, kayıpları azaltarak ve üretimden önce temel ürün ve proses karakteristiklerini belirleyerek üreticiler, bir çok yönden tespit ettikleri pazarlara oldukça rekabetçi bir şekilde girerler (Ross, 1988).

5.3.4. Hata modu etki analizi (FMEA)

FMEA (Failure Mode Effect Analysis) olarak bilinen bu teknik sayesinde tasarımcıya, dizayna son şekli verilmeden, hasarların nedenlerini ve etkilerini ortaya koyan önceden uyarıcı ve önleyici bir metodolojik çalışma sunulur. Bu sayede bir ürün veya serviste hataların ortaya çıkabileceği tüm koşullar değerlendirmeye alınır. Her bir hatanın toplam sistem içindeki etkisini ve ciddiyetini ortaya koymak üzere bir tahmin çalışması yapılır. İlave olarak, bu teknik sayesinde hatanın ortaya çıkma ihtimalini veya etkisini azaltmak üzere alınması gereken önlemler ortaya konur (Juran, 1979).

FMEA, proseslerde ve ürünlerde potansiyel problemlere karşı korunmak üzere, dizayn mühendisleri ve dizaynı gözden geçirme komitelerince kullanılan bir araçtır. FMEA'nın zamanında kullanımı, gerçek üretimden önce potansiyel dizayn eksikliklerini ve tehlikelerini gidermek üzere gerekli olan değişikliklerden kaynaklanan pahalı değişiklikleri önler. Genellikle FMEA, aşağıdaki parça seviyesinden başlayıp yukarıya doğru alt sisteme ve buradan da sistemin tümüne uygulanır. Önceleri, potansiyel tehlikeli ekipman hasarlarını önlemek üzere

havacılık sanayiinde kullanılmaya başlayan bu teknik, sonraları her türlü ürün ve servis üretiminde uygulanmıştır (Lochner ve Mater, 1990).

Çoğu ürün veya servis için, her bir parçanın FMEA çalışmasını yapmak pek ekonomik olmayabilir. Bunun yerine, ürün veya servis içinde çalışan kritik parçaların tümü için, tek bir değerlendirme yapılabilir. Bu analiz ilerlediğinde tasarımcı, bazı hata modları için hazır cevaplarının olmadığını farkına varacak ve ilgili cevabı bulana kadar üzerinde çalışmaya devam edecektir. Genellikle bir parça için gerçekleştirilen FMEA çalışması, sistemdeki diğer parçalar için de yol gösterici olabilir (Juran, 1979).

5.3.5. Üretilebilirlik için dizayn (DFM) ve montaj için dizayn (DFA)

Üretilebilirlik için dizayn (Design for Manufacturability-DFM) kavramı, üretim çemberlerinde artan bir şekilde önem kazanmaktadır. DFM'nin amacı kolay, ucuz ve üretimi daha verimli parçalar dizayn etmektir. DFM kavramı, kalite ve maliyetten ödün vermeden, parça azaltmayı, ürün basitliliğini, ürünün fonksiyonelliliğini, üretim ve servis kolaylığını, ürünün güvenilirliğini ve sürekliliği sağlamaya yardımcı olur. Üretim maliyetleri, parça toleransları, üretim prosesleri ve malzemeleri ile otomasyon konularındaki bilgiler DFM'de oldukça önemlidir. Yönetme ve karmaşıklığı azaltma, DFM'de önemli kavramlardır.

Montaj için dizayn (Design for Assembly-DFA) ise, montaj işlemlerinde verimliliği arttırmak ve maliyetleri azaltmak için yürütülen faaliyetleri inceler. Parçalar arası mesafe, parça yönü, parça eşleşmesi, monte edilen bütünün yönü ve açısı DFA kavramı içinde değerlendirilir ve bu kavramlar ürün geliştirmenin erken aşamalarında detaylandırılmalıdır (Dowlatsahi, 1994).

Oldukça kombine makinaların, robotların ve bilgisayarlı sistemlerin kullanılmasına rağmen, aşağıdaki noktalar DFA açısından önemlidir (Dowlatsahi, 1994):

- Komponentler ve parçalar standart veya modüler hale getirilmeli,
- Parça sayısı azaltılmalı,
- Vidaların, somunların ve bağlama elemanlarının sayıları azaltılmalı,
- Dizaynda kolay montaj ve etkili fonksiyonellik ön plana çıkarılmalıdır.

DFA, eş zamanlı mühendisliğin en önemli konularından biridir ve bu konuda pek çok çalışma gerçekleştirilmektedir. Ancak bazı temel problemlerin çözümü konusundaki belirsizlikler sürmektedir. Örneğin, üretilebilirlik nedir?, nasıl ölçülür? DFM uygulanmaya konulmadan bu sorular doğru bir şekilde cevaplandırılmalıdır. Bu konuda kullanılan yaklaşımlardan bazıları, dizayn aksiyomlar yaklaşımı, kalitatif amprik yaklaşım, kantitatif değerlendirme yaklaşımı ve değer mühendisliği yaklaşımı şeklinde sıralanabilir (Chu ve Holm, 1994).

5.3.6. İstatistiksel proses kontrol (SPC)

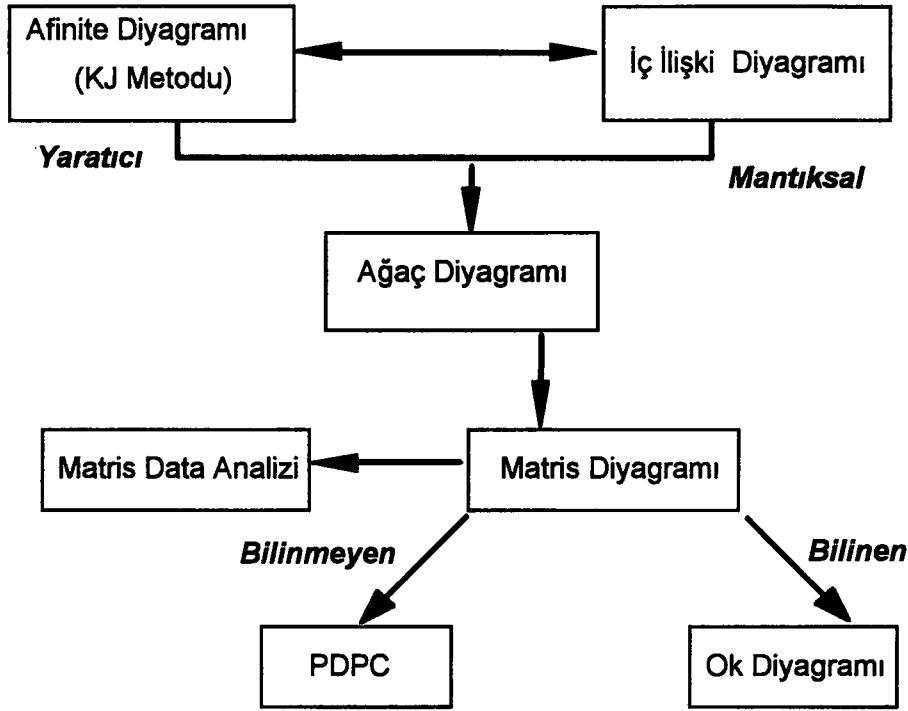
İstatistiksel Proses Kontrol (Statistical Process Control-SPC), istatistiksel metotlarla, ürün veya servisi ortaya koyduktan sonra değil de, daha imalat esnasında üründen veya ürünü etkileyen özelliklerden alınan değerlerin incelenmesi ile prosesi kontrol eden bir kontrol yöntemidir. Burada "proses", herhangi bir ürün veya serviste beklenen kaliteye ulaşmak üzere makinalar, aletler, metotlar, malzemeler veya çalışan insanların herhangi bir kombinasyonu olarak ifade edilebilir (Juran, 1979).

SPC, kritik operasyonlarda hatasız mal veya servis ortaya koymaya yardımcı olarak hata maliyetini, %100 kontrolden frekanslı kontrole geçerek, kontrol maliyetini düşürürken, müşteriye kusurlu malın ulaşmasını önleyerek kaliteyi arttıran, dolayısı ile ürün veya servisin pazardaki imajını iyileştiren bir araçtır.

Kontrol faaliyetleri için veri toplama ve ilk yorumlamalar kolay olabilir. Ancak anormallikler için bir programın oluşturulması ve daha detaylı bir değerlendirme için, önce istatistiksel teoremin bilinmesi gerekir. Her bir veride birtakım değişikliklerin olduğu gerçeği bilinmekle birlikte, bu değişikliklerdeki sabit değişimleri ölçmek için SPC yönteminin ilkeleri kullanılır (Cartin, 1993).

5.3.7. . Yedi yeni planlama aracı

Bilgilerin hiç olmadığı veya yetersiz olduğu birçok durum söz konusudur. Yeni ürün planlama, böyle bir iştir. Bir müşteri beklentisi veya pazar ihtiyacı kabaca belirlenebilir, ancak bunu net bir şekilde ortaya koymak her zaman pek mümkün olmayabilir. Çünkü bizler matematiksellikten ziyade mantıksal olarak düşünürüz; bir çok yeni fikir vardır, ancak bunları uygulamaya yönelik hale getirmek pek de kolay değildir. Bu tür problemlerin çözümünde yedi yönetim aracı geliştirilmiştir. Bu araçlar Batı'da anlaşılıp kullanılmaya başlanmıştır. Bu araçları kullanmanın basit bir reçetesi yoktur. Uygulama durumları başlangıçta özet ve net değildir. Bunları öğrenip kullanmak zaman almakta, ancak bu süre sonunda bu araçlar faydalı sonuçlar sunmaktadır. Bilhassa istatistiki olmayan Akış Diyagramları, Pareto Diyagramları, Eğilim Diyagramları, Kontrol Diyagramları ve Neden-Sonuç Diyagramları gibi eski teknikler çok basit kalmaktadır. Öte yandan Histogramlar, Dağılım Diyagramları ve Kontrol Çizelgeleri gibi araçlar ise çok teknik olup ancak bir uzman tarafından yapılabilir. Bu yeni diyagramlar yardımı ile ihtiyaçlar, ürün karakteristiklerine dönüştürülür; yöneticiler işi yapılabilir ve yönetilebilir bir hale getirebilmektedir, Şekil 5.9 (Bossert, 1991). Bu diyagramlar aşağıda özetle açıklanmıştır:



Şekil 5.9. Kalite ve verimlilik iyileştirmeleri için yedi yeni planlama aracı (Bossert, 1991)

Bu diyagramlar,

- Çalışmaları tamamlayabilmek için,
- Hataları önleyebilmek için,
- Bilgilerin paylaşımı için,
- Bilgilerin ilgili birimler arasında etkin dolaşımı için,
- Filtre edilmemiş ifadelerin kullanılabilmesi için

kullanılmaktadırlar. İfade edilmesinde zorluk çekilen konular ve karmaşıklıklar bu kavramlar sayesinde kolay bir şekilde ortaya konabilmektedir. Bu diyagramlar aşağıda özetle açıklanmıştır:

1. Afinite Diyagramı (AFFINITY DIAGRAM-KJ Method)

Bu araç çeşitli fikirler, görüşler, konular vb. hakkındaki bilgileri toplar ve bunları, aralarındaki doğal ilişkiye göre organize eder. Bu yöntem, bir mantıksal procesten ziyade yaratıcıdır.

2. İç ilişki Diyagramı (Interrelationship Diagram)

Bu araç, beklenen sonuçlara göre karışık ve çok değişkenli problemleri ele alır ve burada söz konusu iç ilişkili tüm faktörleri ortaya koyar ve gösterir. Bu araç, faktörler arasındaki grafiksel

ve mantıksal ilişkileri gösterir. Bu diyagram bir <şeyleri yapmak için gerekli adımların, mantıksal ilerleyişini göstermek için kullanılır.

3. Ağaç Diyagramı / Sistemler Akış Diyagramı (Tree Diagram/Systems Flow Diagram)

Yatay bir organizasyon şemasına benzeyen bu araç, her bir amaca ulaşmak için gerekli tüm görevleri/metotları göz önüne serer. İyi bir şekilde yapılandırılmış proses, en genel bir amacı, gerekli pratik uygulama adımlarına dönüştürür. Ayrıca bu diyagram, bir sıralamada bir adımdan diğerine geçişteki muhtemel mantıksal açıklıkların ortaya konmasını sağlar.

4. Matris Diyagramı (Matrix Diagram)

Bu araç, gerekli görevleri genellikle ağaç diyagramından alır ve bunların ilişkisini, insanlar/fonksiyonlar ve diğer görevler şeklinde grafiksel olarak gösterir. Bu, genellikle bir uygulama planının farklı parçaları için, kimlerin sorumlu olacağını belirlemek maksadıyla kullanılır.

5. Matris-Veri Analizi (Matrix - Data Analysis)

Bu araç, istatistiksel olarak kapsamlı ve karmaşık bir araçtır. Bunun grafiği, istatistiksel olarak belirlenen değişkenler arasındaki ilişkilerin şiddetini gösterir. Bu araç genellikle pazarlamada ve ürün araştırmalarında kullanılır.

6. Proses Karar Programı Şeması (Process Decision Program Chart-PDPC)

Bu araç, bir problem ifadesinden muhtemel çözümlere hareket edildiğinde oluşabilecek her bir mantıklı ve ihtimal dahilinde olan olayı planlar. Problem veya hedef, aşına olunmayan bir türden ise, olayın her bir olası halkasını planlamak için bu araç kullanılır.

7. Ok Diyagramı (Arrow Diagram)

Herhangi bir görev için en uygun programı planlamak ve gelişme süresince bunu etkili bir şekilde kontrol etmek için bu araç kullanılır. Alt görevleri ile birlikte eldeki görevin bilinen bir cinsten olması halinde, bu araç kullanılır (Bossert, 1991).

6. KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI'NIN LASTİK ÜRETİM TEKNOLOJİSİNE UYGULANMASI

6.1. Giriş

Otomobilsiz bir yaşamın nasıl olacağını tahayyül etmek hemen hemen imkânsızdır. Benzer şekilde, pnömatik tekerleksiz bir otomobilin nasıl olacağını düşünmek de bir o kadar zordur. Hayati olan birtakım özelliklerinden dolayı pnömatik tekerleğin ulaşma, dolayısı ile bugünkü ulaşılan uygarlık seviyesine olan katkısı, tıpkı içten yanmalı motorun uygarlığa olan katkısı gibi son derece önemlidir. Pnömatik tekerleğin bu vazgeçilmezliği, bir taraftan bir otomobili bugünkü hale getirmede önemli katkı sağlarken, diğer taraftan da aracın performansına önemli sınırlamalar getirmektedir. Bakış açısına bağlı olarak lastik, bir otomobilin hareketinin başlatılmasında, seyir halinde iken durdurulmasında ve yönünün değiştirilmesinde ilk veya son adımdır. Diğer elemanları tarafından belki de hiçbir şekilde ortaya konamayacak olan yastıklama ve sönümleme gibi özellikler, araca tekerlek sayesinde kazandırılmış olur. Bu lastik performans karakteristikleri, bir otomobil için bazı limitler ortaya koymaktadır. Tekerleklerin de iyi olması şartı ile sürücü daha hızlı gidebilir, daha kısa sürede durabilir, daha sessiz ve titreşimsiz bir seyahati mümkün kılabilir. Bu nedenledir ki, tekerlekler vazgeçilmez bir öneme sahiptirler ve bu önemlerinden dolayı da her geçen gün hem kalite hem de fonksiyonellik açılarından daha da iyileştirilmektedirler. Bunun doğal bir sonucu olarak, otomobiller de buna paralel bir gelişme içindedirler (Woehrle, 1995).

Artan müşteri isteklerine cevap verebilme çabalarının bir sonucu olarak günümüzde otomobiller sürüş konforu, performans ve sessiz çalışma konularında yeni bir arayışa itilmektedirler. Lastikler bu konforu yakalamada önemli bir role sahiptir. Bir taraftan lastik sayesinde yolun pürüzlü oluşundan kaynaklanan rahatsız edilmeler minimumda tutulurken, diğer taraftan lastiğin kendisi de sürüş esnasında yol ile tekerlek arasındaki etkileşim sonucu bir titreşim ve ses kaynağı olabilmektedir (Rimondi, 1995).

Tekerlek, taşıt ile yer arasındaki bağlantıyı sağlayan tek eleman olması nedeni ile, taşıtın tüm ağırlığını taşımak, taşıtı hareket ettiren ve durduran kuvvetlerle taşıtın doğrultu kontrolunu sağlayan kuvvetleri yere iletmek gibi önemli görevleri yerine getirir. Günümüzde artan taşıt hızları ile birlikte, daha güvenli araçlar için lastiklerin de hızla geliştirilmesi zorunlu olmuştur (Tönük ve Ünlüsoy, 1995).

Artan trafik yoğunluğu ile birlikte, yoldaki trafik emniyeti problemi daha da önemli bir hale gelmektedir. Tekerlek, bir aracın emniyetini oluşturan en önemli elemanlardan biridir. Tekerleklerden istenen özellikler her geçen gün artmaktadır. Özellikle yüksek sürüş konforu, düşük yuvarlanma direnci, düşük servis gereksinimi ve hemen hemen tüm çalışma şartları altında kuvvetleri zemine iletme konusundaki yüksek güvenilirlik gibi özellikler, bunların en temel ve vazgeçilmez olanlarından (Seitz ve Hussmann, 1961).

Pnömatik tekerlek, oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir ve yük altında karmaşık bir deformasyon gösterir. Tekerlekte de olduğu gibi, kord bezi takviyeli yapılar, oldukça karmaşıklıkları ile karakterize edilirler. Lastik, paralel elyaflardan meydana gelen elyaf demetlerine lastiğin yataklık etmesi ile oluşan kordların farklı doğrultularda yönlendirilerek bir lastik matris malzemesi içine yerleştirilmesi sureti ile elde edilir. Lastik, homojen bir malzeme olmadığı gibi gerek geometrik şekli, gerekse yükleme durumu ve çalışma şartları sonucu, analiz edilmesi son derece zor bir üründür. Lastiğin farklı çalışma şartları altındaki deformasyonunu ve diğer davranışlarını incelemek üzere bir taraftan iki veya üç boyutlu sonlu elemanlar programları kullanılırken, diğer taraftan etraflı ve karmaşık deneysel yöntemlerden de yararlanılmaktadır (Helnwein ve arkadaşları, 1993).

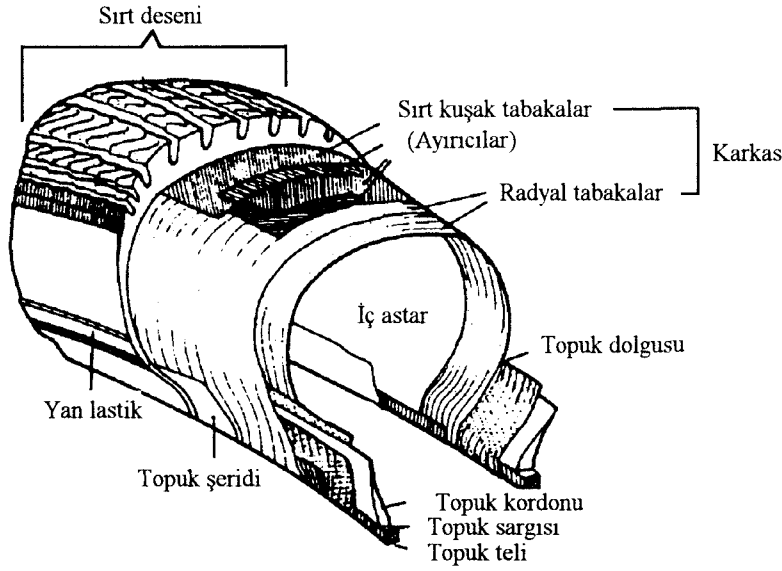
Bu bölümde, otomobil lastiğinin yapısı, üretimi ve lastik üretim teknolojisindeki gelişmeler özetle anlatıldıktan sonra QFD'nin lastik üretim teknolojisine uygulaması BRİSA A.Ş'de yapılan bir çalışma ile anlatılmıştır.

6.2. Lastiğin Yapısı

Lastiği oluşturan temel elemanlar;

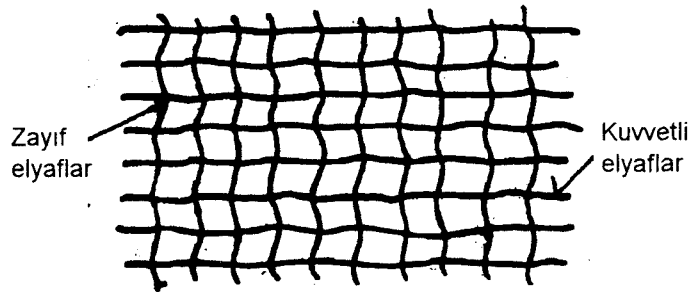
- Lastik bileşenleri
- Tekstil veya çelik kordlar
- Çelik teller

şeklinde sıralanabilir. Bu elemanlar, belirli özellikleri sağlamak amacı ile birkaç dizayn türünde büyük bir ustalıkla birleştirilirler (Şekil 6.1).



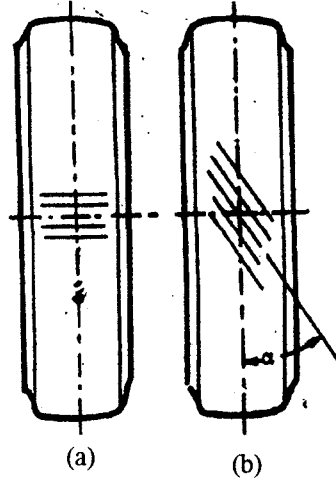
Şekil 6.1. Lastiğin ana kısımları

Pnömatik tekerleğin ana yük taşıyıcı elemanı olan *karkas*, bir veya birden fazla kauçuk emdirilmiş dokudan meydana gelmiştir. Bu dokular özel makinalarda şekillendirildikten sonra üzerlerine kauçuk tabakalar ilave edilir. Karkası meydana getiren doku özel olup, şekil 6.2'de gösterildiği gibi her iki yöndeki elyaflarının mukavemeti farklı olacak şekilde üretilir. İmalat esnasında zayıf elyaflar koparak sadece kuvvetli elyaflar kalır ve dolayısı ile doku sadece bu elyaflar yönünde kuvvet taşıyabilir. Dokunun yönünün tekerleğin ekvatoru ile yaptığı ve "zenit açısı" olarak adlandırılan açının, tekerleğin mekanik özelliklerine büyük etkisi vardır. Pnömatik tekerlekler bugün bu açısına göre sınıflandırılmaktadır (Şekil 6.3).



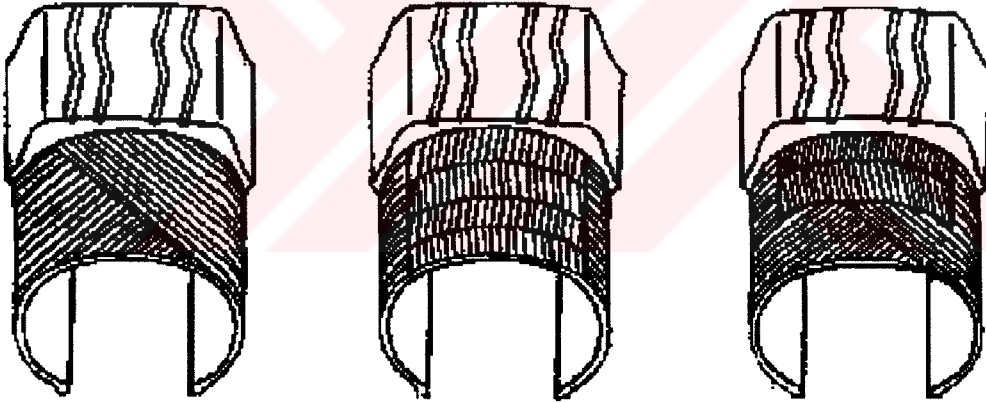
Şekil 6.2. Lastiği oluşturan dokunun yapısı

Karkas, esas olarak yolda çekişi sağlayan ve *sırt* denen kalın bir lastik ile çepeçevre korunur. Sırt gibi *yan kısımlar* da, karkasın her iki tarafını dış fiziksel ve kimyasal etkilere karşı korur. Bu sistem, *topuk* denen her iki uç kısımdaki çelik tel demetlerinin bir veya birkaç tanesi ile kapatılır.



Şekil 6.3. (a) Radyal ve (b) Diyagonal lastiklerde zenit açısı

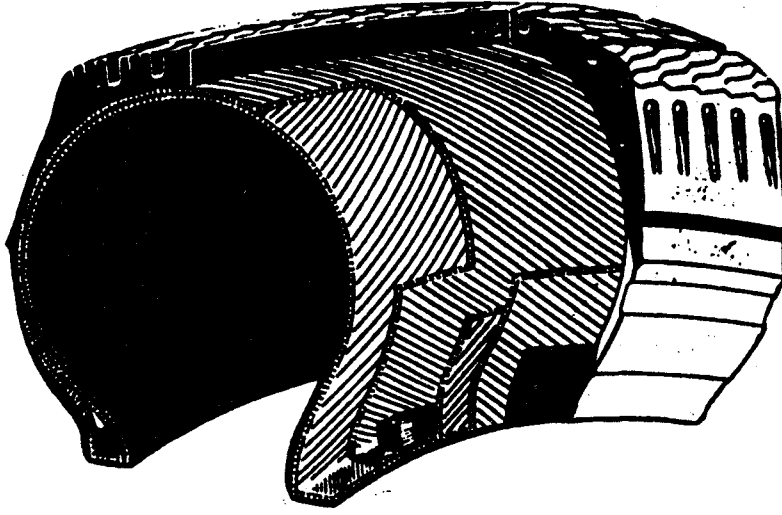
Kordonlar, koruyucu tabaka, sırt ve karkas her zaman mevcut olmakla birlikte dizayndaki esas farklılık, karkası oluşturan tabakaların düzenlenmesinden ileri gelmektedir. Bu düzenlemeye bağlı olarak lastikler Şekil 6.4'de de gösterildiği gibi üç temel fonksiyonel türde imal edilirler, bunlar sırası ile diyagonal, radyal ve yarı radyal lastiklerdir.



Şekil 6.4. Fonksiyonel tekerlek dizaynı

6.2.1. Diyagonal lastikler

İsminden de anlaşılacağı üzere kordlar ters yönlerde ve üst üste gelecek şekilde tabakalar halinde yerleştirilmiştir. Şekil 6.5'de de gösterildiği üzere komşu tabakalardaki kordlar birbirlerini karşılıklı çapraz keserler. İki, dört veya daha fazla olan bu tabakalar, lastiğin topuğunda mevcut olan tel kordon sargıları birbirlerine birleştirir. Böylece tabakadaki herhangi bir kord, çelik kordon etrafınca kenetlenmiş uçlara ve belirli bir açıda ekvator çizgisini kesen belirli bir konuma sahiptir. Bu (α) zenit açısı, lastiğin önemli bir karakteristiğidir. Normal olarak bu açı 30° - 40° arasındadır.



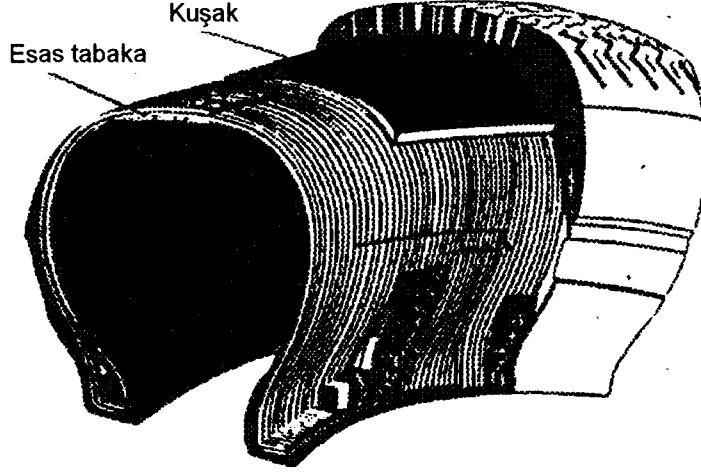
Şekil 6.5. Diyagonal bir lastiğin kesit görünümü

Böyle bir dizayn türündeki kordlar, şişirme basıncı sonucu oluşan kendi eksenlerindeki kuvvetleri destekler. Bu yüzden bu eksenel simetriklik ve tabakaların çift sayıda olması dolayısı ile her bir kord er veya geç çekilmeye çalışılır. Kullanım esnasındaki lastik yük altında şekil değiştirdiğinde, kordların izafi konumları değişir ve bu şekilde dışarıdan gelen kuvvetler tüm kordlar tarafından taşınır.

6.2.2. Radyal lastikler

Bu lastiklerde zenit açısı karkasın tek kat olması halinde 90° , çok kat olması halinde ise 85° - 88° 'dir. Yapısı nedeni ile böyle bir karkas çevre yönünde kuvvet taşıyamayacağından, etrafına zenit açısı 14° - 22° olan bir kuşak geçirilir. Bu kuşağın dokusu suni elyaf veya çelik olabilir, Şekil 6.6.

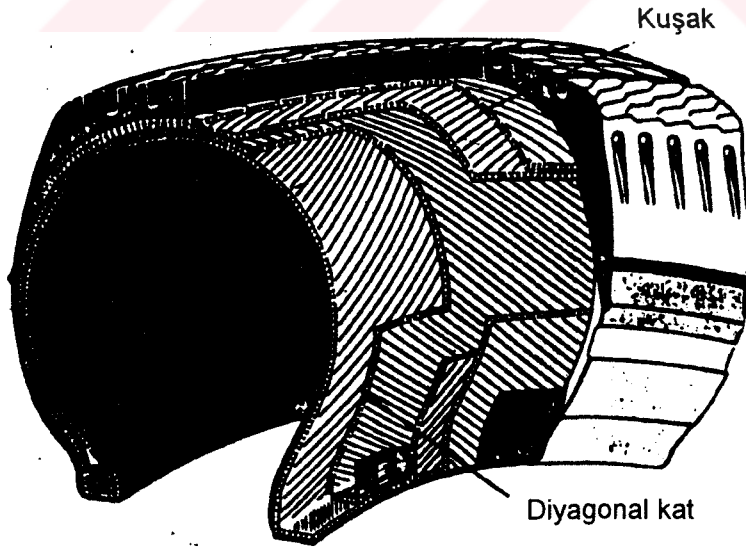
Kordların bu şekilde düzenlenmiş olmasından dolayı kuşak, lastiğin dış kısmına büyük bir kararlılık sağlayarak kuvvetlerin çevresel bileşenlerini destekler. Aksi takdirde iç kısım sadece kuvvetlerin radyal bileşenlerini destekleyebilir. Diyagonal lastiğin aksine, radyal lastiğin sırt kısmındaki kordların kuşaklardan bağımsız çalışmaları, lastiğin yan yüzeylerinin oldukça fazla esnek olmalarını sağlar.



Şekil 6.6. Radyal bir lastiğin kesit görünümü

6.2.3. Yarı radyal lastikler

Bu tür lastikler, radyal ile diyagonal lastiklerin bir karışımıdır. Şekil 6.7'de görüldüğü gibi bunlar diyagonal katmanlara ve bir çevresel kuşağa sahiptir. Diyagonal katmanlar lastiğin ekvatoru ile 30° - 35° açı yaparlar. Fakat kuşak kordları için bu açı 20° - 25° civarındadır. Bu tür lastikler hem fiyat hem de performans açısından iki lastiğin üstün taraflarının bir kombinasyonudur.



Şekil 6.7. Yarı radyal bir lastiğin kesit görünümü

Kuşak lastikler ile diyagonal lastikler arasında yapılarından başka aşağıdaki farklılıklar da vardır:

- Kuşak lastiklerin yuvarlanma dirençleri daha düşüktür,
- Kuşak lastikler daha serttirler ve bilhassa parke yollarda daha gürültülü çalışırlar,
- Kuşak lastiklerin aşınmaları daha azdır,
- Kuşak lastikler daha pahalıdır.

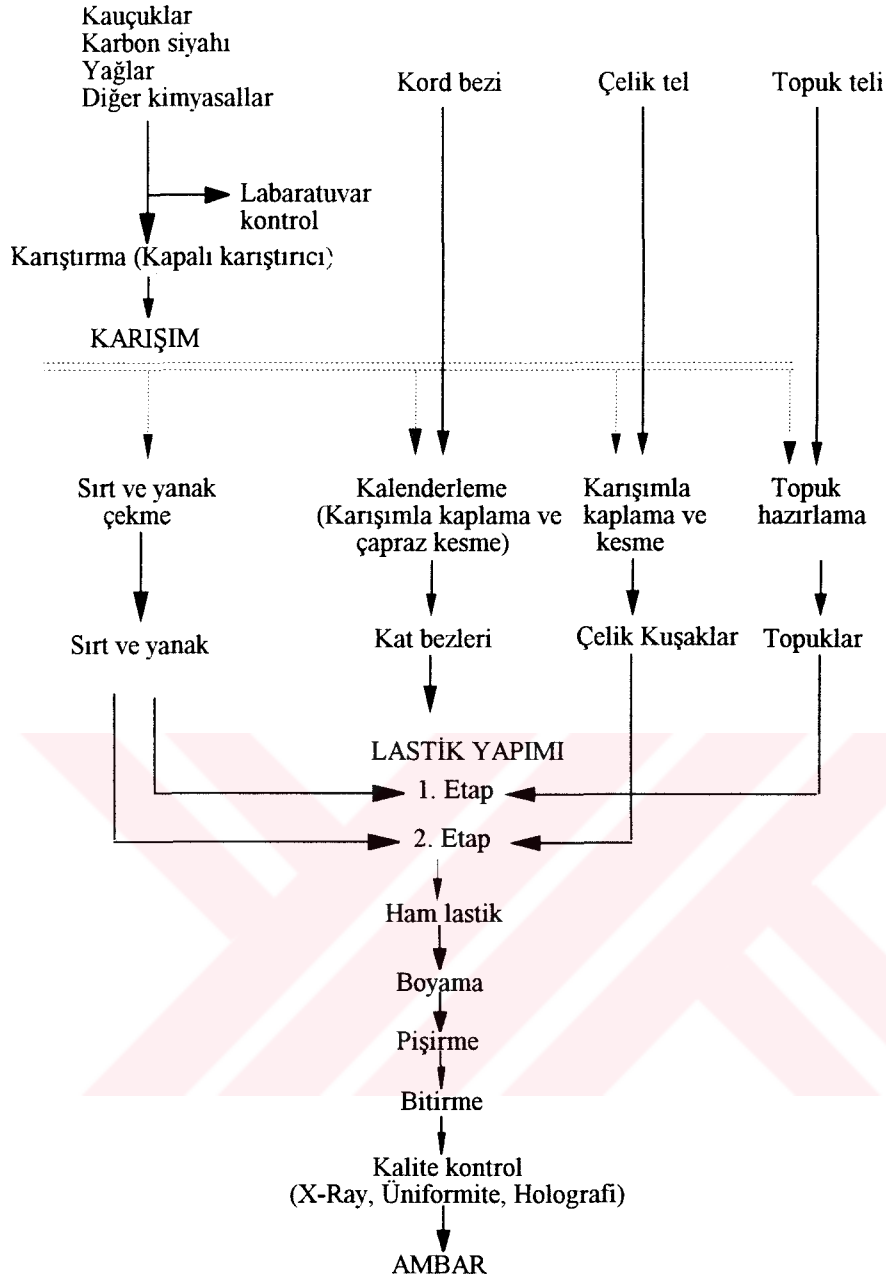
6.3. Lastik Üretimi

Lastik üretimi pigmentler, kimyasallar, 30'a yakın farklı kauçuk türleri, kord, dokuma ve çelik teller gibi pek çok hammaddenin üretilmesi ile başlar. Üretim prosesi kauçukların, yağların, karbon siyahının, pigmentlerin, antioksidantların, hızlandırıcıların ve diğer katkıların Bambury denen büyük bir makina içinde çok yüksek sıcaklık ve basınç altında iyice karıştırılması ile başlar. Hazırlanan bu karışım kullanılmak üzere sırt, yanak çekme, kalenderleme, topuk hazırlama departmanlarına gönderilir.

Sırt ve yanak açma işleminde, sırt profillerine göre kalıp dizayn edilmekte ve besleme miktarlarına göre ekstruder makinası ile çekme işlemi yapılmaktadır. Elde edilen profil su ile soğutulularak, kullanılmak üzere depoya gönderilmektedir.

Kalenderleme işleminde, dışarıdan gelen oldukça büyük rulo şeklinde ve genellikle polyester, rayon veya naylon olan kaplanmamış bezler, kauçuk ile dört silindir arasında kaplanmaktadır. Kaplanmış olarak çıkan tabakalar, belirli boyutlarda ve çaprazlıklarda kesilirler.

Topuk hazırlama işleminde, lastiğin janta gelen kısmındaki tel demeti lastik türüne göre bir tambur üzerine ekstruder yardımı ile sarılmaktadır. Birinci ve ikinci etap lastik yapım safhalarında, lastik tabakaları belirli sıcaklıklarda ve basınç altında birbirleri üzerine sarılmaktadır; eğer kuşaklı lastik üretiliyor ise, çelik teller de ilave edilmektedir.



Şekil 6.8. Lastik oluşumu proses şeması

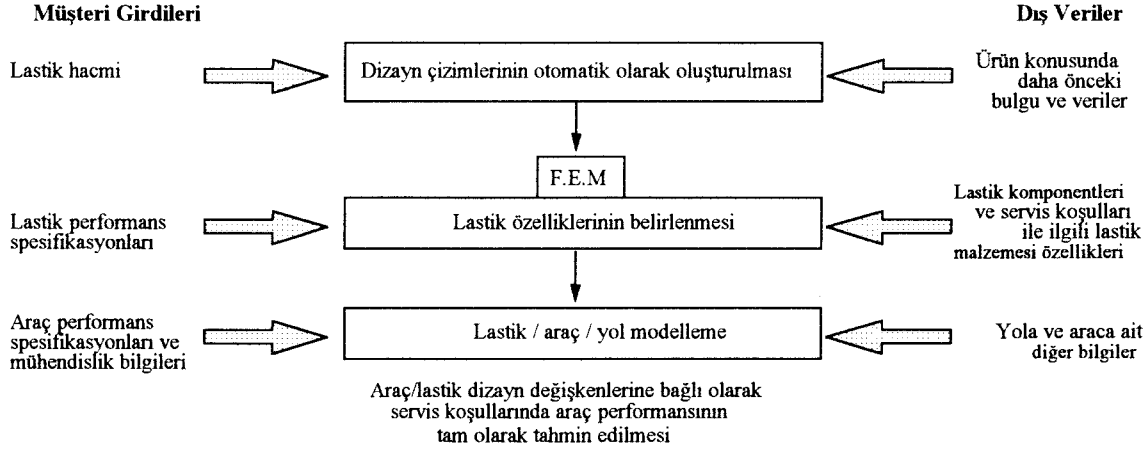
Boyama ve pişirme işleminde, lastik bileşenleri birleştirildikten sonra lastik, bir tür boya ile boyanmaktadır; bu boya lastiğin istenen şekle sokulmasını sağlamaktadır. Boya işlemine maruz kalan lastik, presle bir pişirme torbasına sıkıştırılmaktadır. Burada buhar veya sıcak su ile belirli bir basınç ve sıcaklık altında tutulan lastik, büyüklüğüne göre 12 dakika ile 8 saat arasında bekletildikten sonra dışarı çıkarılmaktadır. Lastikler kalite kontrol işlemine tabi tutulduktan sonra, sevk edilmek üzere depolanmaktadır (Şekil 6.8).

6.4. Lastik Üretim Teknolojisindeki Gelişmeler

Bir lastik üretmek için gerekli ekipman, yaklaşık 1.500.000 \$'lık yatırımı gerektirmektedir. Bu lastiğin test ve performans belirleme çalışmalarında kullanılacak ekipman için ise, bir bu kadarlık daha yatırıma ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, lastik dizayn çizimlerinin ve bu konudaki uygun sonlu elemanlar programları veya diğer sayısal analiz yöntemlerinin sonuçlarından hareketle, otomatik lastik tasarımının gerçekleştirildiği Şekil 6.9'da verilen dizayn prosedürü sürekli gelişmektedir. Lastiklerde aşınma, ıslakta tutma, yuvarlanma direnci, yaşlanma, yorulma, mukavemet ve diğer özelliklerin iyileştirilmesi için yeni malzeme çalışmaları hem oldukça pahalı, hem de zaman alıcıdır. İlave olarak bilhassa tüm pazar koşulları altında bu test sonuçlarının yorumu konusunda belirsizlikler ortaya çıkabilir. Tedarikçiler ve üreticiler tarafından geliştirilen laboratuvar testleri, daha da karmaşık hale gelmektedir. Hızlı ürün geliştirmek için gerekli parametreleri sağlama ve hangi fiziksel özelliğin, performansı en iyi belirlediği konularında belirsizlikler sürmektedir (Williams ve Evans, 1995).

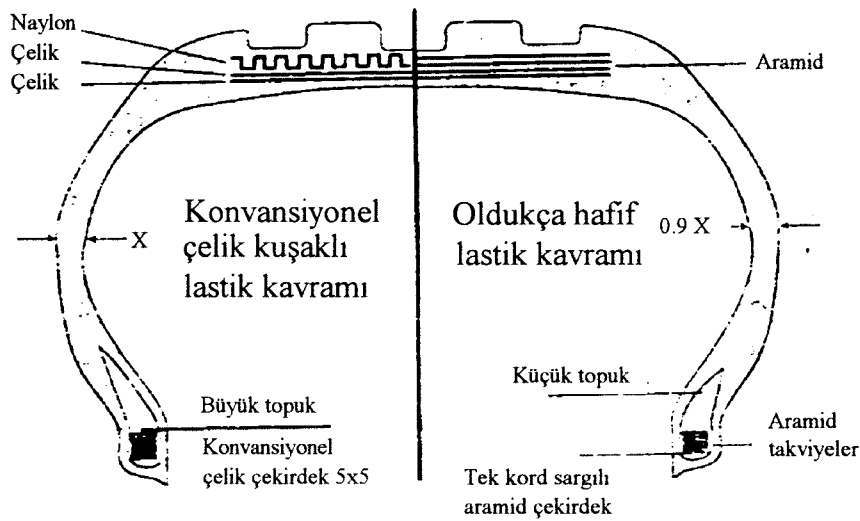
Otomobiller son 100 yılda önemli bir mesafe kaydetmiştir. Lastikler de katedilen her bir kilometrede bu sürece katılmıştır. Diğer kriterlerin ötesinde yıllar içinde lastikteki ilerlemeyi ölçmede en önemli parametre, belirli bir lastik ile alınan mesafedir. Başlangıçta bir lastiğin ömrü birkaç yüz kilometre iken, bugün bu rakam 65000-95000 km sürüş mesafesine ulaşmıştır. Günümüzde lastikler, yol pürüzsüz olduğu sürece daha sessiz ve daha yumuşak çalışmaktadır. Gelecekte lastik üretim teknolojisindeki gelişmelerin de bu doğrultuda sürmesi beklenmektedir. Yani lastikler gelecekte, kullanıcıya daha uzun sürüş mesafesi ve daha konforlu bir kullanım için hizmet vereceklerdir. Lastikte oluşan patlamaların yok edilememesi ve bu yüzden yedek lastik taşımak zorunda kalınması, uzmanların hâlâ çözüm yolları aradıkları bir sorun olarak varlıklarını sürdürmektedir. Ayrıca başlangıçta olduğu gibi, hem şimdi hem de gelecekte, yuvarlanma direnci önemini koruyacaktır. Yakıt ekonomisi ile ilgili talepler, yuvarlanma direncinin geçmişe göre çok daha düşük değerlere çekilmesini zorunlu hale getirmektedir. Her zaman olduğu gibi, malzeme teknolojilerindeki gelişmeler bu iyileşmelerde en önemli rolü oynayacaktır. Kordların takviyesinden, yapıştırıcılara ve yeni sentetik kauçuk bileşenlerine kadar pek çok alanda ilerlemeler beklenmektedir (Woehrle, 1995).

Hedef - Yeni ürünler için daha kısa geliştirme süreleri
Kötü çıkan test sonuçlarının yok edilmesi
Müşteriler ile daha sıkı ilişkiler
Lastik/araç/yol sisteminin daha da geliştirilmesi



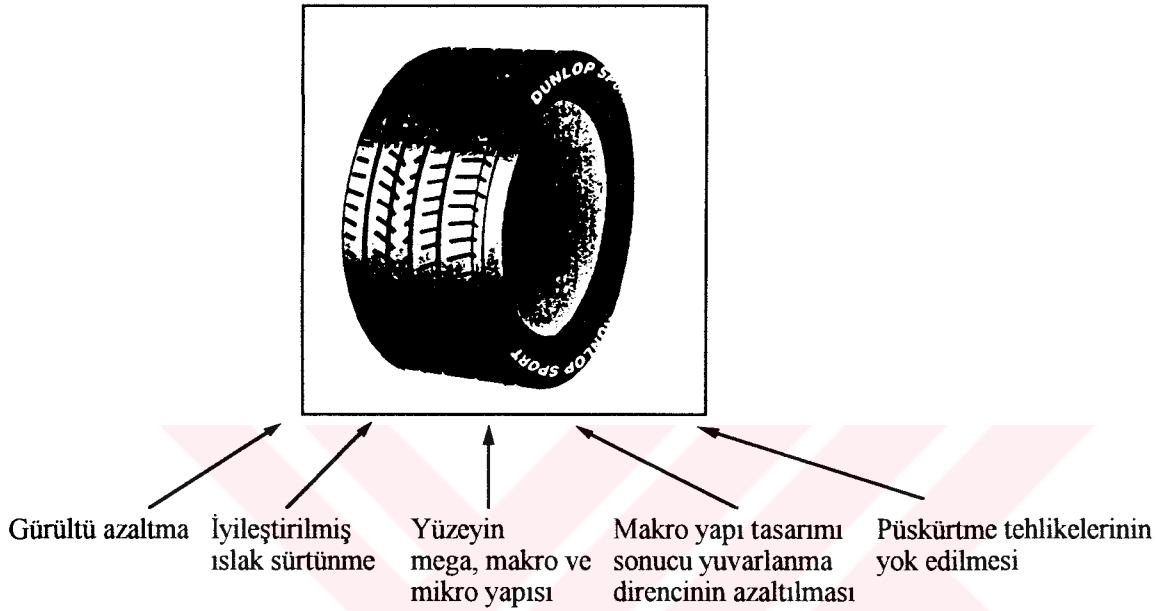
Şekil 6.9. Lastik dizayn prosedürü (Williams ve Evans, 1995)

Lastiğin performansının artırılabilceği alanlardan biri de lastiğin ağırlığıdır. Günümüzde, çelik tellerden arındırılmış yeni tür lastiklerin geliştirilmiş olduğu ifade edilmektedir. Böyle bir lastik, Şekil 6.10'da gösterilmiştir. Bu lastik, konvansiyonel lastiğe göre %30 daha hafif olmaktadır. Bu teknolojiyi şimdilik sınırlayıcı faktörler, bu tür hafif bir lastiğin ABS gibi elektronik olarak kontrol edilen sistemlere etkisinin henüz tam olarak ortaya konmaması ve çeliğin yerine kullanılan aramidin, çelik kadar yaygın bir malzeme olmamasıdır. Ancak bu tür hafif lastikler günümüzde yarış arabalarında kullanılmaktadır (Williams ve Evans, 1995).



Şekil 6.10. Yeni hafif ve çelik tellerden arındırılmış lastiğin konvansiyonel lastik ile kıyaslanması (Williams ve Evans, 1995)

Otomobilin konfor ve güvenilirliğini, sadece lastik teknolojisindeki gelişmelerle sınırlandırmak yanlış olacaktır. Lastiğin temel görevlerinden birisi de, araç ile yol arasındaki etkileşimi efektif bir şekilde sağlamak olduğundan, hem otoyol hem de lastik üretim teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak birçok faktörün iyileştirilmesi yolunda çalışmalar sürdürülmektedir. Bu gelişmeler sonucu beklenen iyileşmeler Şekil 6.11'de verilmiştir.



Şekil 6.11. Otoyol teknolojisindeki gelişmeler ve bunların lastiğin performansına etkileri (Williams ve Evans, 1995)

Lastik üretim teknolojisindeki bu gelişmeler devam ederken çevreye verilen önemin her geçen gün artması, eskiyen lastiklerin ne olacağı konusunu gündeme getirmektedir. Bugün ABD'de her yıl 270 milyon lastik eskitilmekte ve bu rakamın toplam olarak 3 milyara ulaştığı tahmin edilmektedir. Lastiğin çözünerek kendi kendisini yok etme süresinin 80 yıl gibi uzun bir zaman alacağı düşünülür ise, bu lastik çöplüğünün gelecekte insanoğlunu belirgin bir şekilde rahatsız edeceği vurgulanmaktadır. Ancak bir taraftan bunlar olurken, diğer taraftan da eskimiş lastiği değerlendirmede bazı gelişmeler gerçekleşmektedir. Örneğin, kullanım ömrü sona erdikten sonra lastiği küçük parçalara bölerek, bu parçaları halı tabanlarında, spor alanlarında ve hatta yolların tamiratında kullanılmak mümkündür. Bu konuda bir başka gelişme ise, eskiyen lastiklere yeniden diş açma veya eskiyen yüzeylerin yeniden kaplanması sureti ile lastiği 4 veya 5 kez daha kullanabilme imkânının da var olmasıdır ve bunun daha da yaygınlaşması için çalışmalar sürdürülmektedir. Ayrıca uzmanlar, daha verimli ve temiz yakıcıların geliştirilmesi ile, eski lastiklerin endüstriyel bir yakıt olarak kullanımlarının yaygınlaşacağını da ifade etmektedirler (The Economist, 1990).

Gelişen bilgisayar teknolojisine paralel olarak lastiğin performansını etkileyen parametrelerden hareketle, optimum lastik dizaynının ortaya konulması konusunda nümerik çalışmalar sürdürülmektedir. Ancak yapısı ve çalışma koşullarından dolayı, lastiğin matematiksel modelinin oluşturulması için bilgisayarların on binlerce lineer olmayan denklem sistemlerini hızlı ve doğru bir şekilde çözebilmeleri gerekmektedir ve bu konuda bilhassa son yıllarda çalışmalar artan bir şekilde sürdürülmektedir.

6.5. Kalite Fonksiyonu Açınımı'nın Lastik Üretim Teknolojisine Uygulanması

Ürün geliştirme çalışmalarında faydalanılan analitik bir yaklaşım olan Kalite Fonksiyonu Açınımı metodolojisinin daha iyi anlaşılması amacıyla, bunun lastik üretim teknolojisine uygulanmasına ilişkin BRİSA A.Ş.'de bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada ilk önce, BRİSA A.Ş.'deki QFD çalışmaları hakkında genel bilgiler verilmiş, firmanın QFD'nin lastik üretim teknolojisine uygulanmasında karşılaştığı zorluklar ve yine firmanın bu zorlukların üstesinden gelebilmek için geliştirdiği çözümler ortaya konmuştur. Daha sonra, BRİSA A.Ş.'deki QFD uygulamalarına bir örnek teşkil etmesi amacıyla, çapraz lastiklerde genellikle ağır yükleme koşulları sonucunda ortaya çıkan "sırt atması" probleminin QFD metodolojisi kullanılarak analiz edildiği bir çalışma sunulmuş ve QFD metodolojisinin uygulanmasının BRİSA A.Ş.'ye sağladığı faydalar üzerinde durulmuştur. Takdir edilebileceği gibi, problemin analizi esnasında oluşturulan Kalite Evi matrisleri, BRİSA A.Ş.'nin lastik üretim teknolojisi konusundaki bilgi birikimini, bir başka deyişle dizayn know-how'unu yansıtmaktadır. Bu nedenle, yalnızca firma tarafından müsaade edilen bilgi ve dökümantasyon, sunulan çalışma kapsamında teze yansıtılabilmektedir.

6.5.1. BRİSA A.Ş.'de QFD çalışmaları

BRİSA A.Ş.'de QFD çalışmalarına 1993 yılında başlanmıştır ve ilk uygulamalar yine aynı yıl gerçekleştirilmiştir. Firmada Toplam Kalite Yönetimi felsefesi her kademedeki çalışanlar tarafından tam olarak benimsenmiş ve QFD çalışmaları da bunun bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. BRİSA A.Ş.'de QFD metodolojisi yeni ürün geliştirmede ve saha problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Firmada QFD çalışmaları üst yönetim tarafından desteklenmektedir. Bu çalışmaların özendirilmesi amacıyla, çalışanlar maddi ve manevi olarak ödüllendirilmektedir. BRİSA A.Ş.'de QFD çalışmaları esnasında, başlangıçta birtakım zorluklarla karşılaşmıştır. Ancak her QFD uygulaması sonucunda kazanılan tecrübe ve bilgi birikimi, kalite evi matrislerinin oluşturulmasını ve dökümantasyonu kolaylaştıracak Amerikan kökenli ASI Quality Systems adlı bir yazılımın kullanılması,

firmanın zorlukları ortadan kaldırıcı çözümler geliştirmesine yardımcı olmuştur. QFD uygulamalarında karşılaşılan temel zorluklar ve bu zorlukları aşmak için uygulanan çözüm yöntemleri şu şekilde sıralanabilir:

- Karşılaşılan temel zorluk müşterinin sesinin tesbit edilmesi konusundadır. Müşterinin ihtiyaçlarının ve beklentilerinin doğru bir şekilde tespit edilerek Kalite Evi'ne yansıtılabilesi için, Pazarlama Grubu'ndan gelen bilgiler ve Pazarlama Departmanı'ndan bağımsız olarak yapılan saha araştırmalarından edinilen bilgiler kullanılmaktadır. Saha araştırmaları esnasında gerçekleştirilen müşteri ziyaretleri, gerçek anlamda ürünü kullanan müşterilerin etraflı bir şekilde incelenmesini ve en ince ayrıntıların tespit edilmesini sağlamaktadır.

- Lastiğin oldukça karmaşık bir yapıya sahip olması nedeniyle, lastik performansına etki eden pek çok teknik karakteristik mevcuttur. Dolayısı ile bazı uygulamalarda, müşteri parametreleri ve mühendislik parametreleri Kalite Evi'ne aktarıldığında, Kalite Evi matrisinin kısa zamanda kontrolden çıktığı görülmektedir. Böylesine çok boyutlu bir matris, isteklere hızlı bir şekilde cevap verememektedir. Proje bazında kalite evi matrisini küçültebilmek ve uygulamayı kolaylaştırabilmek amacıyla BRİSA A.Ş.'de "Genel Kalite Evi (Generic QFD) Matrisi" oluşturulmuştur. Bu matris 255x55'lik bir matris olup, lastik ile ilgili olası tüm müşteri parametrelerini ve mühendislik karakteristiklerini içermektedir. Herhangi bir QFD uygulamasında, ilgili müşteri parametreleri ve mühendislik karakteristikleri Genel Kalite Evi Matrisi'nden seçilerek, ilgili uygulamaya özgün Kalite Evi oluşturulmaktadır. Genel Kalite Evi Matrisi'nde yer almayan ancak, ilgili uygulamaya ait müşteri parametreleri ve/veya mühendislik karakteristikleri tespit edilmiş ise, bu bilgiler hem Genel Kalite Evi Matrisi'ne hem de ilgili uygulamaya ait Kalite Evi matrisine yansıtılmaktadır. Genel Kalite Evi Matrisi'nde yer alan bilgiler, BRİSA A.Ş.'nin lastik konusundaki bilgi birikiminin dökümanite edilmiş halidir. Başka bir deyişle dizayn know-how'udur.

- BRİSA A.Ş.'de ilk QFD uygulamalarına başlandığında, Kalite Evi matrislerinin oluşturulması ve dökümantasyon konusunda birtakım zorluklar yaşanmıştır. Önceleri Kalite Evi matrislerinin formatının hazırlanmasında sırası ile AUTOCAD, LOTUS ve EXCEL kullanılmıştır. Bu bilgisayar programlarının dökümantasyonu kolaylaştırmakla birlikte pek çok noktada yetersiz kaldığı görülmüştür. Daha sonra bu problemlerin üstesinden gelebilmek amacıyla QFD konusunda Amerikan kökenli ASI Quality Systems adlı bir yazılımın kullanılmaya başlanması, problemin çözümüne yardımcı olmuştur.

BRİSA A.Ş.'de, QFD çalışmalarında yer alan çapraz fonksiyonel ekip elemanları, proje bazında değişebilmektedir. Bu ekipler, Malzeme, Konstrüksiyon, Ürün Değerlendirme ve

Pazarlama Departmanları'nın temsilcilerinden oluşmaktadır. Tedarikçiler QFD çalışmalarına çok etkin bir şekilde katkı sağlamamaktadırlar. Bunlar gerektiğinde çözüm grubu çalışmalarına dahil edilmektedir. BRİSA A.Ş.'de QFD çalışmaları başlatıldığında, mühendislerin tümü bu metodoloji konusunda iki günlük eğitim almışlardır.

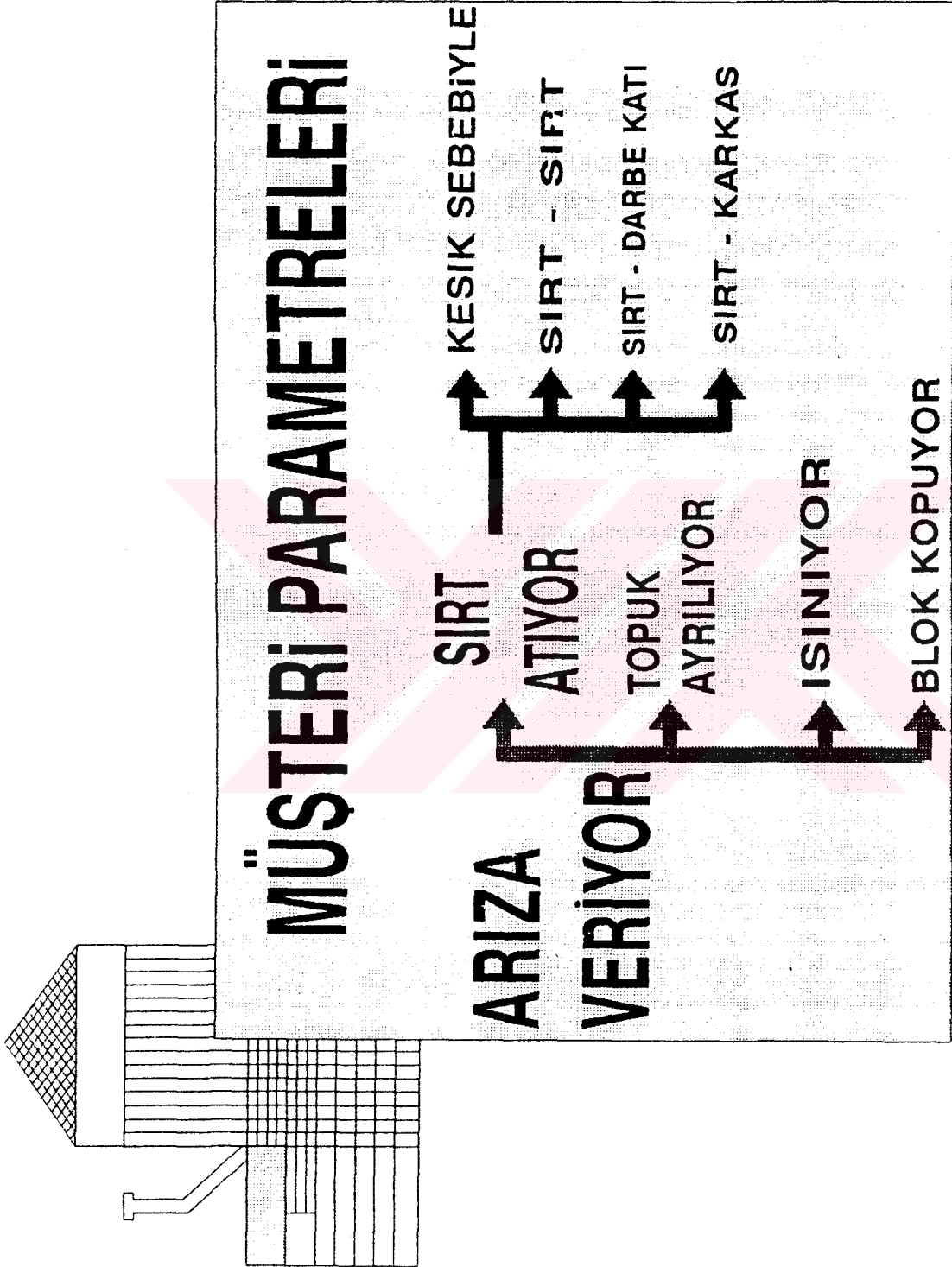
6.5.2.Çapraz lastiklerde karşılaşılan "sırt atması" probleminin, QFD metodolojisi kullanılarak analizi

Müşteriler çapraz lastiklerde en çok karşılaştıkları problemleri, "sırt atıyor", "topuk ayrılıyor", "lastik ısınıyor" ve "blok kopuyor" şeklinde belirtmektedirler. Müşteri taleplerini belirlerken problemleri, müşterinin kullandığı terminoloji ile nitilemek ve anmak, Kalite Evi'ni hazırlarken önemlidir. Bu uygulamada, en çok müşteri şikayetine sebep olan "sırt atması" problemi, incelenmek üzere seçilmiştir.

Kalite Evi'nin oluşturulmasına, daha önce de ifade edildiği gibi müşteri parametrelerinin tespit edilmesi ile başlanmaktadır. Bu amaçla BRİSA A.Ş.'de saha gezileri düzenlenmekte, piyasa araştırmaları ve anketler yapılmaktadır.

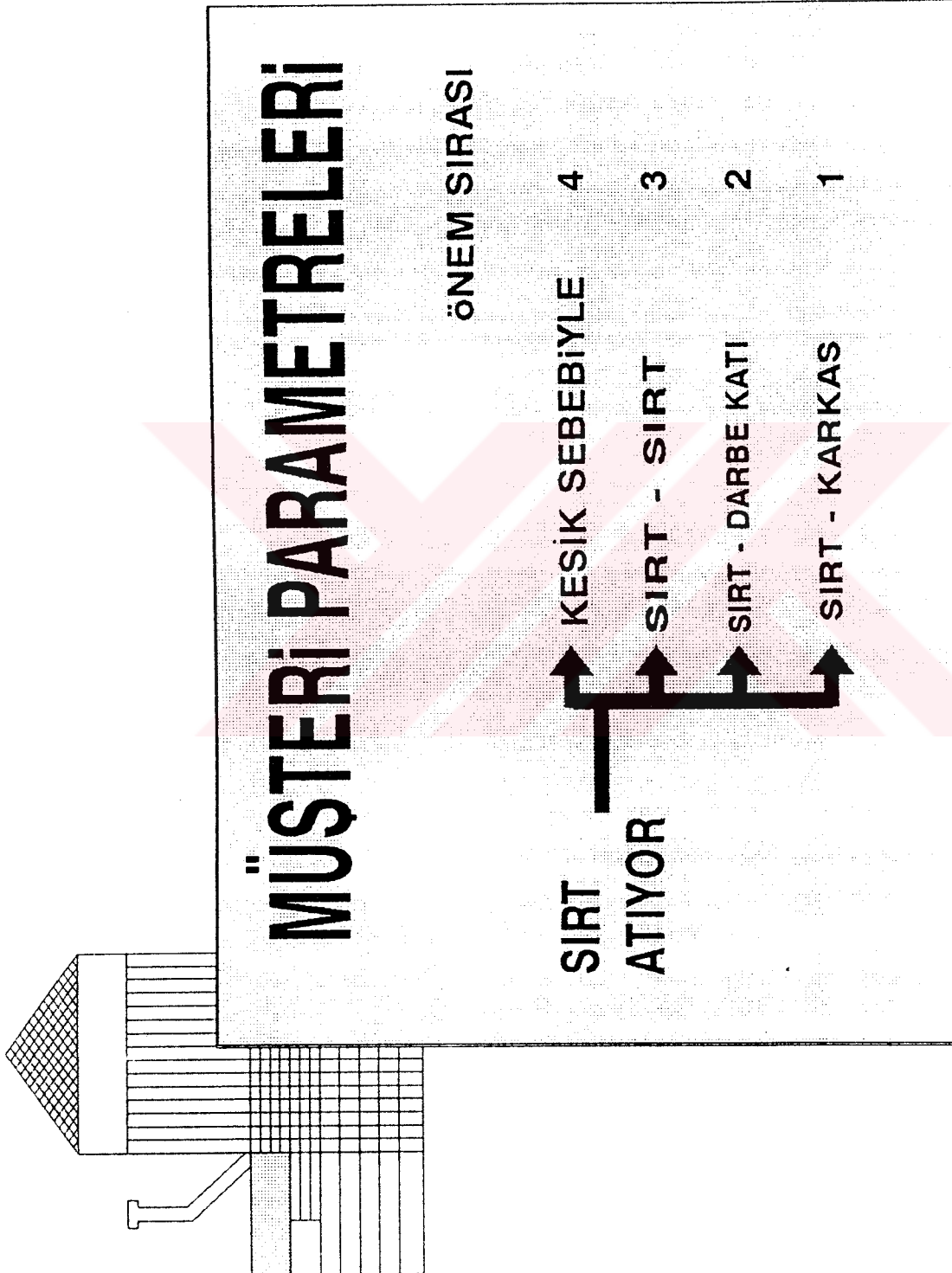
Müşteri gözünde sırt atmasının nedenleri, kesik sebebiyle sırt ayrılması, sırt-sırt ayrılması, sırt-darbe katı ayrılması ve sırt-karkas ayrılması olarak belirlenmiştir (Tablo 6.1).

Tablo 6.1. Çapraz lastiklerde müşteri parametreleri



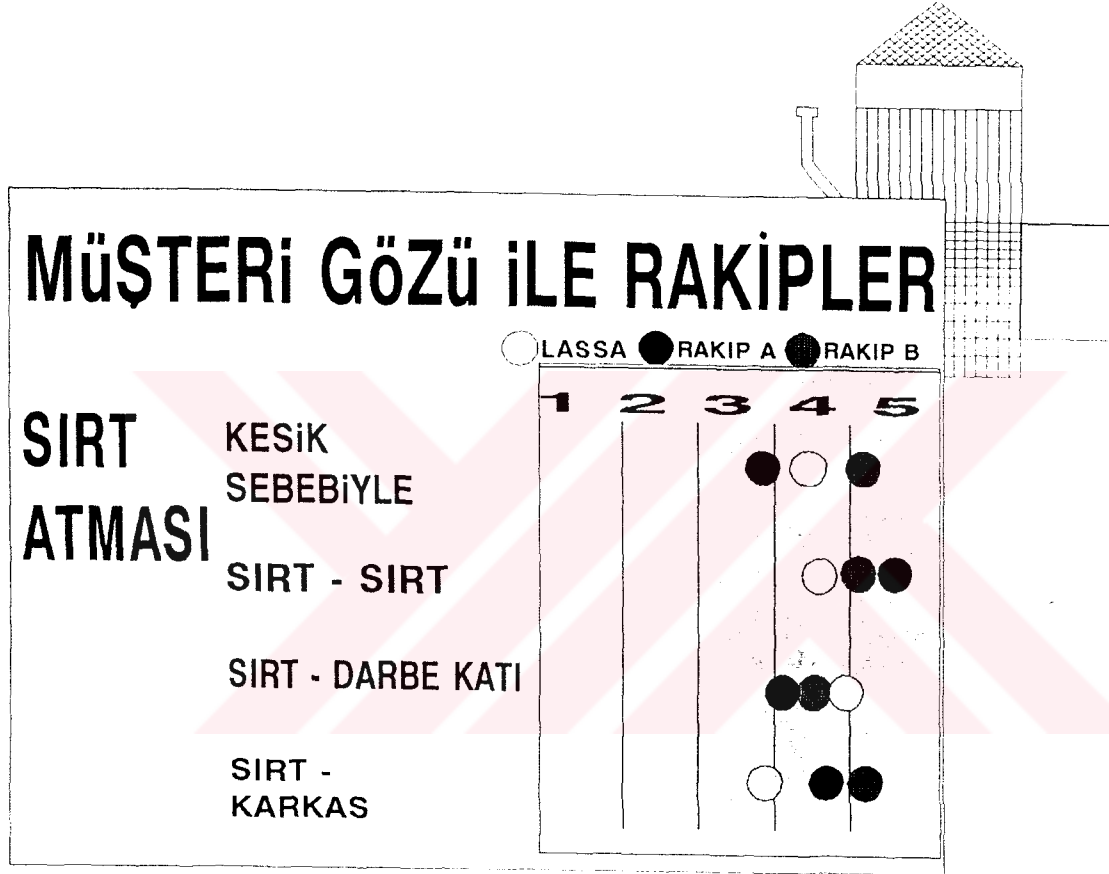
Müşteriden alınan bilgilere göre, sırt-karkas ayrılması nedeni ile sırt atma şikayetleri birinci sırada yer almaktadır, (Tablo 6.2).

Tablo 6.2. Çapraz lastiklerde müşteri parametrelerinin önem sırası



Yine bu anket sonuçlarına göre, rakiplerin müşteri gözündeki imajı birbirlerine göre karşılaştırmalı olarak tabloya aktarılmakta ve derecelendirilmektedir (Tablo 6.3). Burada görüldüğü gibi, farklı müşteri parametreleri söz konusu olduğunda, rakiplerin birbirlerine göre üstün ve zayıf tarafları olabilmektedir.

Tablo 6.3. Rakiplerin müşteri gözündeki imajı



Bir sonraki aşamada, müşteri parametreleri doğrultusunda ürüne yönelik tasarım karakteristikleri tespit edilmiştir. Bir başka deyişle bu, ürün mühendisi tarafından müşteri parametrelerinin gerektirdiği, ürüne yönelik yapılabilecek değişikliklerin listelenmesidir. Sırt atmasına neden olan tasarım karakteristikleri mekanik ayrılma, ısı nedeni ile ayrılma ve genel anlamda kullanım şartları olarak belirlenmiştir (Tablo 6.4). Tabloya daha ayrıntılı bakılırsa, darbe katı uç sayısı, karkas açısı veya sırt bölgesinde kullanılan malzemenin kesit alma direncinin mekanik ayrılmaya neden olan birer unsur olarak tabloya aktarıldığı görülebilir.

Tablo 6.4 Müşteri parametreleri doğrultusunda ürüne yönelik tasarım karakteristikleri



Bu aşamadan sonra, müşteri parametreleri ile tasarım karakteristikleri arasındaki ilişkilerin tespiti yapılmıştır. Bu ilişkiler ürünün diğer performans özellikleri de düşünülerek, olumlu ve olumsuz etkiler şeklinde ve bunların derecelendirilmesi ile gösterilmiştir. Örneğin karkas açısının artırılmasının, kesik sebebi ile sırt atmasına hiçbir etkisi yok iken, sırt - darbe katı ayrılmasına etkisi olumlu yönde fazladır (Tablo 6.5).

Tablo 6.6. Tasarım karakteristiklerinin birbirleri ile olan çapraz ilişkileri

TASARIM KARAKTERİSTİKLERİ

MEKANİK

ISI

KULLANIM ŞARTLARI

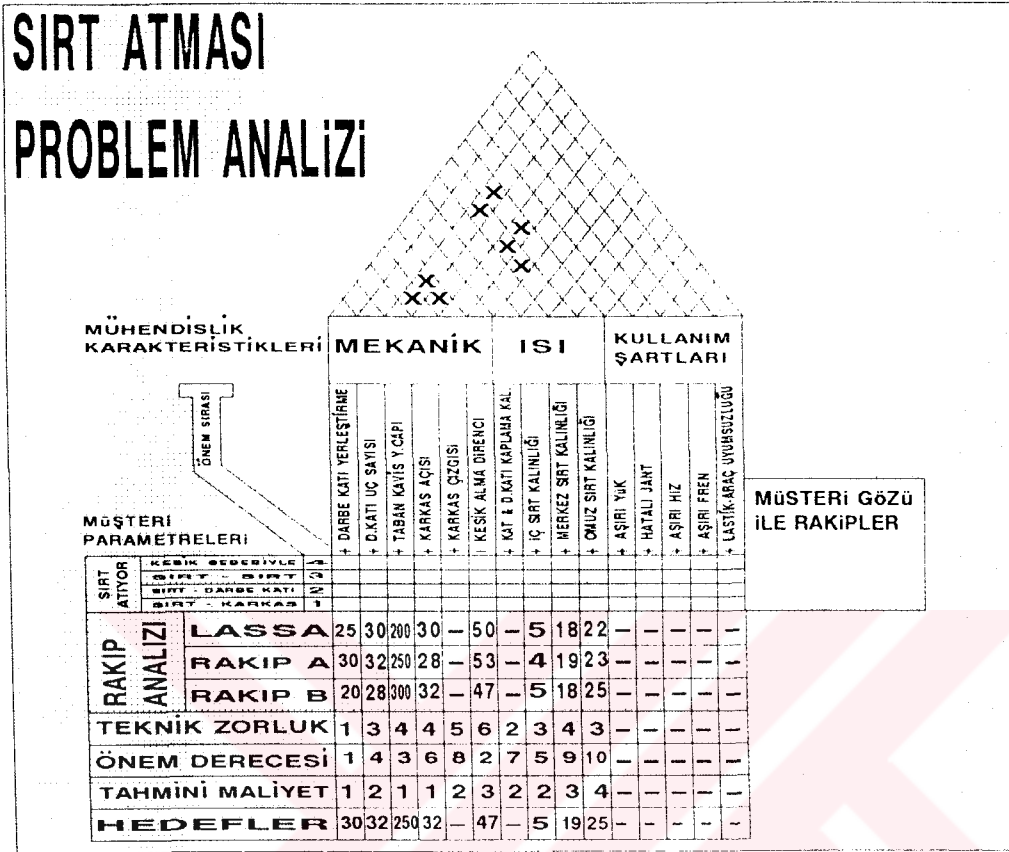
MÜŞTERİ PARAMETRELERİ

MÜŞTERİ Gözü İLE RAKİPLER

SIRT ATİYOR	KESİK BEDEBİYLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SIRT - DABBE KATI	1																
SIRT - KARKAS	1																
RAKİP ANALİZİ	LASSA	25	30	200	30	-	50	-	5	18	22	-	-	-	-	-	-
	RAKİP A	30	32	250	28	-	53	-	4	19	23	-	-	-	-	-	-
	RAKİP B	20	28	300	32	-	47	-	5	18	25	-	-	-	-	-	-
TEKNİK ZORLUK		1	3	4	4	5	6	2	3	4	3	-	-	-	-	-	-
ÖNEM DERECEİ		1	4	3	6	8	2	7	5	9	10	-	-	-	-	-	-
TAHMİNİ MALİYET		1	2	1	1	2	3	2	2	3	4	-	-	-	-	-	-
HEDEFLER		30	32	250	32	-	47	-	5	19	25	-	-	-	-	-	-

Son aşamada, rakip karşılaştırma bilgileri tabloya girilir. Burada yazılan bilgiler, laboratuvar çalışmaları ve değişik amaçlı fabrika içi testler ve araç altında yapılan yol testleri ile elde edilmiştir (Tablo 6.7).

Tablo 6.7. Rakip karşılaştırma bilgileri



Kalite Evi'nin temeli teknik zorluk, mühendislik parametrelerinin önem sırası, değişikliklerin getireceği fiyat avantajları ile yukarıdaki bilgiler ışığında ürünü iyileştirmeye yönelik hedeflerin tabloya girilmesiyle tamamlanmaktadır. Bunların da tespiti ve oluşturulması belirli bir tecrübeye dayanmakla birlikte, mümkün olduğu kadar somut ve hesap edilmiş olmalıdır.

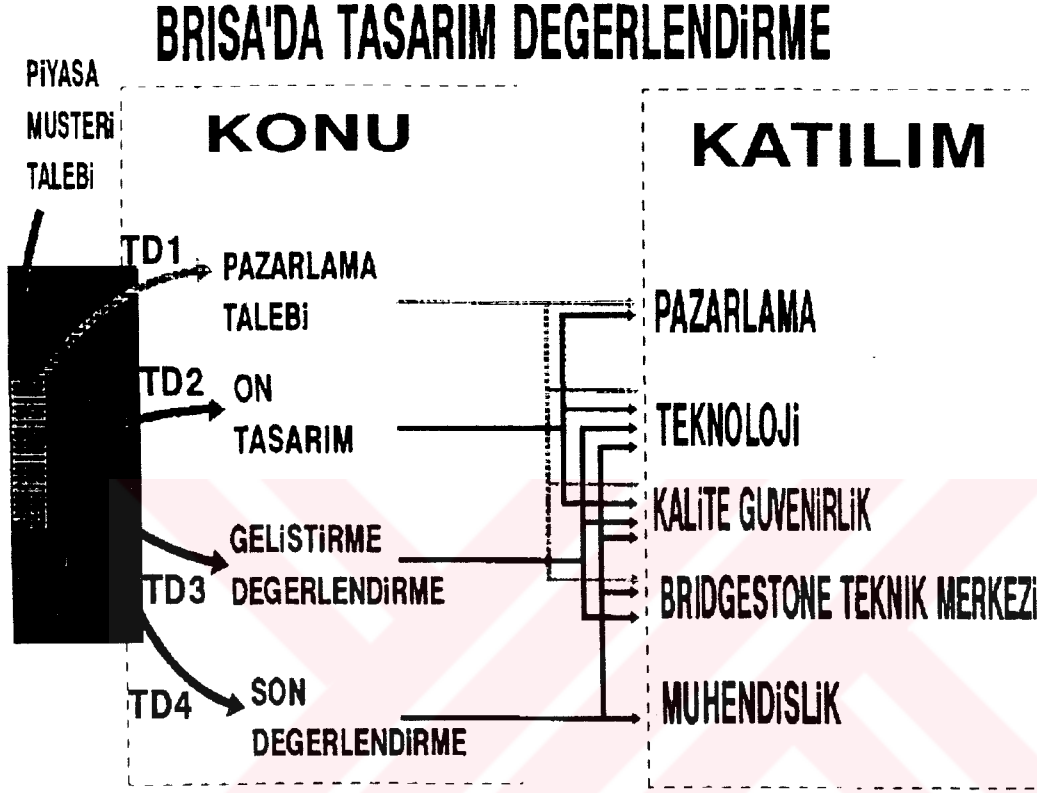
Kalite Evi'nin içeriğine bakıldığında, aslında ürüne ait tüm bilgiler girilmiş olduğu için, ürün burada tanımlanmış olmaktadır. Ürünün tanımlanması QFD ile daha çok zaman alabilir, fakat toplam tasarım süresi, önemli noktalar daha önce tespit edildiği için daha kısa olmaktadır.

Tasarım esnasında ekip olarak çalışmanın faydası tartışılmazdır. Ancak özellikle pazarlama, tasarım, geliştirme, imalat gibi değişik fonksiyonlardan kişilerin bir araya gelmelerinin faydası da büyüktür.

Burada, "Tasarımın Değerlendirilmesi" gündeme gelir. Tasarım - imalat - müşteri çemberinde, müşteri hariç hemen bütün fonksiyonların katılımları ile yapılan bu toplantılar,

daha tasarım aşamasında iken ürün kalitesinden emin olabilmeyi sağlar ve tasarım hatalarını önler. BRİSA A.Ş.'de tasarım değerlendirme toplantıları tasarımın her aşamasında farklı bölümlerin katılımları ile gerçekleştirilmektedir (Tablo 6.8).

Tablo 6.8 BRİSA'da tasarım değerlendirme



Tasarımın değerlendirilmesi sırasında bir başka gereksinim de, tasarımdan emin olmaktır. Böyle sorunların cevabını da bir an önce alabilmek için, bilgisayarlardan faydalanılarak, benzetmeler yapmak büyük avantajlar sağlar. Bilgisayarlardaki analitik çalışmaların, deney sonuçları ile birleştirilmesi ve gerekli sonuçların en kısa sürede elde edilebilmesi için denemelerin sistematik bir şekilde planlanması ve gerçekleştirilmesi gerekir.

Ürün kalitesi sağlamanın en önemli noktası, kalite güvenilirliğinin sağlanmasıdır. Tasarım sırasında bunların nasıl gerçekleştirileceği, nasıl test edileceği de belirtilmelidir. Test sonuçlarının limit değerleri ve hedef değerleri, daha ürün devreye alınmadan belirlenmelidir.

Toplam kalite kontrol kavramının uygulandığı işletmelerde, bir sonraki istasyon bir önceki istasyonun müşterisi kabul edilir. Bu kavramdan yola çıkılarak, tasarıma en uygun ürünü imal edebilmek için, müşteri tatminini sağlamak üzere optimize edilen tasarım parametrelerinin gereği, üretim kademelerinde de sağlanmalıdır. Bu, QFD'nin tabana yayılması demektir.

Müşteri isteklerine göre tasarım karakteristiklerinin oluşturulduğu 1. Kalite Evi daha önceki bölümlerde ayrıntılı olarak incelenmiştir. QFD uygulamalarını tabana yaymak için tasarım aşamasında uygulanan Kalite Evi'nin, aynı mantık ile diğer üretim aşamalarına aktarılmasına da kısaca değinilecektir. Bu aşamada BRİSA A.Ş.'de sırası ile Teknik Gruplar, Üretim ve Üretim Planlama Grupları tasarım karakteristiklerinden yola çıkarak, kendi müşterisinin isteklerini yerine getirebilmek için gerekli parametreleri belirlerler. Burada görüldüğü gibi her bölüm, kendinden bir önceki bölümü müşterisi olarak kabul etmektedir.

Tasarım aşamasında oluşturulan Kalite Evi'nde yer alan tasarım karakteristikleri AR-GE Bölümü'nün müşteri istekleri kabul edilerek bunları sağlayacak diğer bileşen karakteristikleri belirlenir. BRİSA A.Ş.'de bunu, üretime destek veren teknik gruplar gerçekleştirmektedir. Teknik gruplar Kalite Evi'ndeki mühendislik parametrelerinden yola çıkarak, bunların bileşen hazırlama ve imalat makineleri ile olan ilişkilerini tespit eder ve yine her maddenin birbirlerine göre olumlu ve olumsuz etki düzeylerini ve çapraz ilişkilerini oluşturur (Tablo 6.9).

Tablo 6.9. Tasarım gereksinimleri doğrultusunda bileşen hazırlama

BİLEŞEN KARAKTERİSTİKLERİ									
TASARIM GEREKSİNİMLERİ DOĞRULTUSUNDA BİLEŞEN HAZIRLAMA									
TASARIM KARAKTERİSTİKLERİ									
DARBE KATI YERLEŞTİRME	HAM D. KATI GEN.	HAM D. KATI UÇ SAYISI	HAM SIRT KAL.	HAM BEZ AÇISI	HAM BEZ KAP KAL.	PCI BASINCI	PCI ARALIĞI	PIŞIRMA TORBAS	
D.KATI UÇ SAYISI									
TABAN KAVIS Y.ÇAPI									
KARKAS AÇISI									
İÇ SIRT KALINLIĞI									
MERKEZ SIRT KALINLIĞI									
OMUZ SIRT KALINLIĞI									
TEKNİK ZORLUK	2	3	5	4	8	7	1	6	
ÖNEM DERECESİ	4	5	3	6	2	8	7	1	
TAHMİNİ MALİYET (%)	5	6	3	4	7	1	8	2	

Teknik grupların tespit etmiş olduğu bileşen karakteristikleri, üretim gruplarının esas alacağı parametrelerdir. Teknik grup bu aşamada, müşteri olarak bileşen karakteristiklerinin en iyi şekilde sağlanması için, karışım ve bileşen hazırlama ve imalat makinelerinde gerekli hassasiyetin sağlanmasını talep eder ve bu şekilde proses parametreleri oluşturulur (Tablo 6.10).

Tablo 6.10. Bileşen gereksinimleri doğrultusunda proses hazırlama

PROSES PARAMETRELERİ									
BİLEŞEN GEREKSİNİMLERİ DOĞRULTUSUNDA PROSES HAZIRLAMA		BİLEŞEN KARAKTERİSTİKLERİ							
		TEKSTRÜDÜR VİDA HIZI	TEKSTRÜDÜR ŞERİT BESEME GENİ	MALZEME VİSKÖZİTESİ	KALENDELER AYARLARI	ÖĞERDİRME	ÖÇAPRAZ KESİCİ AYARLARI	HAT BASINCI	HAVA SICAKLIĞI
HAM D. KATI GEN.									
HAM D. KATI UÇ SAYISI									
HAM SIRT KAL.		○	○		○				
HAM BEZ AÇISI				○			○		
HAM BEZ KAP. KAL.				○	○	○			
PCI BASINCI								○	
PCI ARALIĞI									
TEKNİK ZORLUK		4	3	5	2	1	6	7	8
ÖNEM DERECEİ		1	2	5	3	8	7	6	4
TAHMİNİ MALİYET (%)		3	4	2	1	5	3	2	1

Son aşamada ise, üretim grubu kendisinden beklenen kaliteli tasarıma uygun ürünü üretebilmek için, üretim planlamadan beklediği parametreleri oluşturur (Tablo 6.11). İyi organize olma, kapasite ve yapılabilirliğin optimizasyonu burada esastır. En az yatırımla, istenen miktar ve kalitede ürünü üretebilmek, QFD'nin bu son aşamasını en iyi şekilde uygulayarak mümkün olmaktadır.

Tablo 6.11. Proses gereksinimleri doğrultusunda üretim planlama

PROSES GEREKSİNİMLERİ DOĞRULTUSUNDA ÜRETİM PLANLAMA		ÜRETİM GEREKSİNİMLERİ							
PROSES PARAMETRELERİ		YAR. EKİPMAN KAP.	PRES KAPASİTELERİ	LASTİK MAL. KAPASİTELERİ	BİLEŞEN MALZEMELERİN KAPASİTELERİ	PAZAR TALEBİ	BAKIM DURUŞLARI	VAKNA ÇIKIŞLARI	MEVSİMSEL GEREKLİKLERİ
EKSTRUDER ŞERİT BESLEME GEN.									
MALZEME VİSKOZİTESİ									
KALENDER AYARLARI									
GERDİRME									
ÇAPRAZ KESİCİ AYARLARI									
HAT BASINCI									
HAVA SICAKLIĞI									
TEKNİK ZORLUK		4	3	6	8	7	1	2	5
ÖNEM DERECE		4	3	5	7	6	1	8	3
TAHMINİ MALİYET (%)		3	3	2	1	2	4	2	3

6.5.3. QFD metodolojisinin uygulanmasının BRİSA A.Ş.'ye sağladığı faydalar

BRİSA A.Ş.'de, QFD metodolojisinin uygulanması sonucunda elde edilen faydalar şu şekilde sıralanabilir:

- Kalite Evi matrisleri aracılığı ile, Müşterinin Sesi'nin, ürün geliştirme prosesinin herbir aşamasında göz önünde bulundurulması sağlanmıştır,
- Kalite Evi matrisinde varolan "Müşteri Gözü ile Rakipler" alanında yer alan bilgiler sayesinde firma, o anki kendi ürünlerini diğer rakip şirketlerin ürünleri ile kıyaslayabilmektedir. Bu tür bir rekabetçi değerlendirmesi, rakip ürünlerin belirgin üstünlüklerini ve zayıflıklarını ortaya koymada yardımcı olmuştur,
- Müşteri ve ürün ile ilgili tüm parametreler gözden geçirildiğinden, tecrübeli elemanların dahi bu parametreleri gözden kaçırmaları engellenmiştir,

- Genel Kalite Evi Matrisi, apraz fonksiyonel ekip yeleri ile BRİSA A.Ş. bünyesine yeni katılan elemanlar için eğitici bir referans teğkil etmiştir,
- Kaynak kullanımının optimize edilmesi sağlanmıştır,
- rn geliştirme çalışmalarının sistematize edilebilmesi için, analitik bir yaklaşımın kullanımı gerçekleştirilebilmiştir,
- Çok iyi bilinen konularda bile tasarımı yeniden değerlendirme şansı elde edilebilmiştir,
- Toplam rn geliştirme süresi belirli oranlarda azaltılabilmıştir,
- Hata nedenlerinin önceden belirlenmesi mümkün olabilmıştir.



7. KALİTE FONKSİYONU AÇINIMI'NIN TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN DİĞER ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDEKİ UYGULAMALARINA ÖRNEKLER

QFD uygulamaları konusunda işletmelerin hangi aşamada olduklarını tespit etmek amacıyla, farklı sektörlerde faaliyet gösteren çeşitli firmalarda, QFD çalışmaları hakkında bilgi almak üzere incelemeler yapılmıştır. İncelemeler sonucunda bu firmalardan bir kısmının QFD konusunda bilgi sahibi olmadıkları, bir kısmının QFD hakkında bilgi sahibi oldukları ancak bu konuda bir çalışma başlatmadıkları tespit edilmiştir. Yine aynı inceleme sonucunda, müşterilerin istekleri ve beklentileri doğrultusunda yeni ürün geliştirme veya ürün ile ilgili ortaya çıkan herhangi bir problemin çözümünde QFD metodolojisini kullanan firmaların sayısının oldukça sınırlı olduğu gözlenmiştir. Firmalarla yapılan görüşmelerden edinilen izlenimlerden faydalanılarak, QFD uygulamalarının yaygınlaşmamış olmasının veya uygulama esnasında firmaların bazı zorluklarla karşılaşmasının nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Firmaların QFD metodolojisi hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması,
- Toplam Kalite Yönetimi felsefesinin tam olarak benimsenmediği bir şirkette, QFD metodolojisinin kullanılmak ve yaygınlaştırılmak istenmesi,
- Firmalarda ekip halinde çalışma ve toplantı yapma alışkanlığının olmaması,
- Firmalarda tasarımın gözden geçirilmesi mantığının oluşmamış olması.

Aşağıda, QFD metodolojisini uygulayan firmalardan birkaçındaki QFD çalışmaları hakkında bilgi verilmiştir.

7.1. Arçelik A.Ş.'de Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmaları

Arçelik A.Ş.'de QFD'nin uygulandığı çalışmalara, sanayi-üniversite işbirliği çerçevesinde ortaya çıkan bir proje kapsamında, 1996 yılında başlanmıştır. Firmanın bu konudaki çalışmalarına örnek olarak, çatal-kaşık sepeti tasarımında QFD metodolojisinin uygulanması verilebilir. Arçelik A.Ş.'de bu çalışma için, Kalite, Üretim, Ürün Geliştirme, Pazarlama, Servis ve Endüstriyel Tasarım Departmanlarının temsilcilerinin yer aldığı bir çapraz fonksiyonel ekip oluşturulmuştur. Bu ekibin üyeleri, yöneticilerin görevlendirmesi ile belirlenmiştir. Tedarikçiler, tasarım parametrelerinin belirlenmesi aşamasında ekibe dahil edilmişlerdir. Firma tarafından, bu çalışmaya yansıtılmak üzere müşterilerin istek ve

beklentilerini tespit etmek amacıyla, bağımsız bir araştırma kuruluşuna yaklaşık 250 müşteriye kapsayan bir saha araştırması yaptırılmıştır. Bu çalışmada, farklı markaları kullanan yeterli sayıda müşterinin belirlenmesi konusunda zorlukla karşılaşmıştır. QFD metodolojisinin uygulandığı bu çalışmadan firmanın elde ettiği temel kazanç, çatal kaşık sepetinin ön tasarımının müşteri görüşleri doğrultusunda tamamlanmasıdır. Firmada QFD çalışmaları üst yönetim tarafından desteklenmektedir. Gerekli mali kaynak sağlanmaktadır. Örneğin, saha araştırması için 10 bin doların üzerinde para harcanmıştır. Arçelik A.Ş.'nin QFD metodolojisinin uygulanmasında karşılaştığı temel zorluk, KOÇ GRUBU'na bağlı olarak farklı şehirlerde faaliyet gösteren farklı firmaların değişik fonksiyonlarında çalışan kişilerin bir araya gelerek toplanmaları konusunda yaşanan güçluktur.

7.2. Eczacıbaşı-Kaynak Tekniği A.Ş.'de Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmaları

Eczacıbaşı-Kaynak Tekniği A.Ş.'nin ürettiği demir esaslı ve demir dışı metallerin kaynağında kullanılan örtülü kaynak elektrodlarında yeni ürün geliştirme aşamasında QFD metodolojisinin uygulanması, firmadaki QFD çalışmalarına örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada, QFD metodolojisinin uygulanması esnasında bazı zorluklarla karşılaşmıştır. Öncelikle örtü bileşenlerinin sayısı bazı elektrodlarda 15'e varmakta ve daha da önemlisi, bu bileşenler, kaynak sırasında yanarken oluşan kimyasal reaksiyonlar esnasında birbirini etkilemektedir. Bilinen kimya ve termodinamik yasalarının geçerli olmadığı plazma ortamında, bileşenlerin davranışlarını ve birbirlerine olan etkilerini tahmin etmek mümkün olmamaktadır. Ayrıca, örtü formüllerinin çoğu ticari sır olarak saklandığından, literatürde hangi bileşenin örtüye ne kadar koyulduğunda hangi özelliği ne kadar değiştireceği ile ilgili bilgiler bulunmamaktadır. Dolayısı ile bir-iki istisna dışında, örtüye hangi bileşenin ne miktarda koyulacağı, tozun inceliği ve bunların mekanik, kimyasal özelliklere ve kaynak performansına, yani genel anlamda kaliteye, ne ölçüde etki edeceği ampirik yöntemlerle ve deneme-yanılma yöntemleriyle belirlenmektedir. Kısacası, Kaynak Tekniği A.Ş.'de QFD metodolojisi ile ürün geliştirme kararı alındığında, birtakım kabullerin yapılmasının kaçınılmaz olacağı görülmüştür. Ürün geliştirme projesinde çalışacak çapraz fonksiyonel ekibe AR-GE, Pazarlama-Satış, Üretim, Kalite Kontrol Departmanları'ndan ve Kimya Laboratuvarı'ndan temsilciler gönüllülük esasına göre katılmışlardır. Projenin ilerleyen bölümünde, Satınalma Departmanı da projeye dahil edilmiştir. Pilot çalışma özelliği nedeniyle, Müşteri Parametreleri'ni tespit etmek için literatürde örnekleri verilen anket veya birebir görüşmeler, sadece bu proje için gerçekleştirilmemiş fakat bunun yerine daha önceki deneyimler, müşteri ziyaretleri sırasında ortaya çıkan görüşler ve müşteri şikayetlerinin analizleri sonucunda, geliştirilmesi istenen birkaç alternatif ürün arasından tercih sözkonusu ekip tarafından yapılmıştır. İstenen ürün, saha koşullarındaki nemden etkilenmeyen veya örtünün özelliği nedeniyle çok geç nem alan bazik bir elektroddur. Daha çok tersaneler ve

ağır sanayide kullanılan bazik elektrodalarda örtüdeki nemin kaynak metalinin mekanik özelliklerine ve kaynak performansına olumsuz etkisi yüzünden, bu tür ürünler çok düşük nem oranıyla üretilmekte ve ayrıca müşteride nem kapsamını engellemek için özel ortam şartlarında depolanmakta ve kullanılmaktadır. Dolayısı ile bu tür bir ürün geliştirme kararı alındıktan sonra, yurt içi ve yurt dışı tersaneler ile ağır sanayi tesislerinde beklenti ve istekleri sorulan yetkililerden alınan bilgiler ışığında Müşteri Parametreleri tespit edilmiştir. Müşteri ziyaretlerinde, müşterilerin bu parametrelere verdikleri önem sorgulanmıştır. Önem derecelerinde 1'den 5'e kadar (beş en iyi) olan skala tercih edilmiştir. Müşterilerin kıyaslamalarında, mevcut ürün ile yurtiçi rakiplerin benzer ürünleri (konvensiyonel ürünler) ve bunlara ek olarak sektör lideri konumundaki bir yabancı firmanın LMA elektrodu yer almıştır. Değerlendirme ölçeği yine 1 ile 5 (beş en iyi) olarak belirlenmiştir. Müşteri Parametreleri'ni gerçekleştirecek olan Mühendislik Parametreleri, yine ekibin ortak çabası ile yapılan beyin fırtınası/balık kılçığı oturumları yardımıyla ortaya konmuştur. Ampiriklik veya belirsizlik ile ilgili anlatılanlara rağmen, mümkün olduğunca Müşteri Parametreleri ile doğrudan ilişkili veya etkili olabilecek ve ölçülebilir parametreler seçilmeye özen gösterilmiştir. Bu bilgiler yardımıyla da ilk Kalite Evi olan Ürün Planlama Matrisi oluşturulmuştur.

Firmanın bu çalışmadan elde ettiği sonuçlar ve deneyim ışığında ortaya koyduğu çıkarımlar şu şekilde sıralanabilir:

- KOBİ kategorisindeki bir firmanın bünyesinde bile böyle bir çalışma uygulanabilmiş ve yararlı olmuştur,
- Basite indirgenmiş ve pilot bir proje dahi olsa, şirket kültürü ve altyapısına kazandırılan bilgi hatırı sayılır miktardadır,
- Kısıtlı bir süre ve bütçe ile yürütülen ve katılımın gönüllü olduğu bu proje ile hem gelecekte yapılacak daha kapsamlı araştırmalar için umut ve istek doğmuş, hem de yönetimin varolan desteği artırılmıştır,
- Bilimsel temele, mantığa ve katılıma dayalı ekip çalışması yardımıyla, departmanlar arası iletişim ve mevki/makam sorunu olmaksızın yardımlaşma geliştirilmiştir,
- Müşteri odaklı yaklaşıma dayalı (pilot çalışmanın kısıtlı olanaklarına rağmen) proje yönetimi gerçekleştirilerek mümkün olan her aşamada ortak çalışılmıştır,
- Tedarikçilerle ilişkiler çerçevesinde projeye hammadde tedarikçileri de dahil edilerek, müşteri-üretici-tedarikçi üçgeni tamamlanmıştır.

7.2. Beko A.Ş.'de Kalite Fonksiyonu Açınımı Çalışmaları

Yeni bir TV'de, müşterinin beklediği görüntü özelliklerinden yola çıkılarak istenilen özelliklere sahip ürünün tasarlanması ve üretilmesi aşamalarında QFD metodolojisinin uygulanması, Beko A.Ş.'deki QFD çalışmalarına örnek olarak verilebilir. Söz konusu çalışma Aralık 1996'da başlamıştır. Bu çalışma için oluşturulan çapraz fonksiyonel ekip ilk olarak TV'nin kalitesini belirleyici ana özellikler üzerinde çalışmalar yapmıştır. Burada önemli nokta, belirlenen özellikleri müşterilere sorarak, karşılığında onların alternatifleri anlayıp, önem derecelerine göre sıralayıp değerlendirmelerini sağlayacak uygun bir yol bulmaktır. Müşterilerin isteklerini ve beklentilerini tespit etmek için iki aşamalı bir pazar araştırması planlanmıştır. Aynı piyasa kesitinde faaliyet gösteren ürünler, kıyaslama (benchmark) çalışması için seçilmişlerdir. İlk aşamada, müşterinin resim kalitesinden ne anladığını öğrenmek ve bunun müşteri lisanında nasıl tanımlandığını görmek için bir odak grup çalışması gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise piyasa araştırması yapılmıştır. Bunun için TV cihazının denenmesi ve karşılaştırılması amacıyla özel bir deney ortamı oluşturulmuştur. Böylece, QFD çalışması için gerekli olan Müşteri Parametreleri bilgileri toplanmıştır. Bu bilgiler yardımıyla ilk Kalite Evi matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra da ikinci, üçüncü ve dördüncü Kalite Evi matrisleri hazırlanmıştır.

Firmanın bu çalışmadan elde ettiği sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Ekip üyelerinin çalışmalara katılımı başlangıçta düşük olmakta, zaman içerisinde QFD metodolojisi denendikçe ve kullanıldıkça verimlilik artmaktadır. İleriki çalışmalarda bu tür problemlerin daha az olması beklenmektedir,
- Mevcut ürün verilerine ulaşılması bazı durumlarda zor olabilmektedir. Özellikle eğer Eş Zamanlı Mühendislik şirket için yeni bir kavram ise, istenilen formatta ve hızda veri elde etmek zor olacaktır,
- Genel olarak kalite, servis, şikayetler, parça ve komponent verileri aynı ortamda depolanmamaktadır. Bu ise, veriye ulaşmakta ayrı bir çalışma gerektirmektedir. Etkin bir veri tabanı oluşturularak, veri toplamada başlangıçta yaşanan sıkıntıların ileriki projelerde yaşanmamasına olanak sağlanabilir.
- Ürün geliştirme konusunda kullanılacak yeni yaklaşımlarda üst yönetimin ilk yaklaşımı "bekle-gör" şeklinde olduğundan, QFD uygulaması için seçilecek pilot proje önemli olacaktır ve proje neticesinde elde edilecek somut kazançlar üst yönetime duyurulmalıdır.

Sonuç olarak, eş zamanlı mühendisliğin ve onun etkin araçlarından biri olan QFD'nin kullanımı, ilgili şirkette kültürel bir değişimi de beraberinde getirdiği belirlenmiştir.

8. SONUÇ

Günümüzde artan rekabet koşullarından dolayı, müşterilerin sürekli çeşitlenen ihtiyaçları ile birlikte sürekli artan üretim maliyetleri ve ürün geliştirme süreleri, sistematik bir ürün geliştirme prosesini gerektirir. Çevresel faktörlere ve müşteri isteklerine karşı duyarlılık, bir işletmenin gerek iç gerekse dış pazarlarda başarılı olması konusunda her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Günümüzün rekabet ortamında, pazara ulaşma zamanı üreticiler için odak noktası olmuştur. Müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ürünleri pazarlara en kısa sürede sunabilen işletmeler, çok belirgin bir rekabet avantajı yakalayacaklardır. Bu tür bir rekabet ortamında yaşayabilen ve başarılı olabilen şirketlerin kullandıkları metodolojilerin en önemlilerinden ikisi, Eş Zamanlı Mühendislik ve Kalite Fonksiyonu Açınımı'dır. Bu çalışmada, başarılı ürünlerin geliştirilmesinde kullanılan ve günümüzde pek çok işletme tarafından yaygın bir şekilde uygulanan bu iki metodoloji, detaylı olarak ele alınmıştır.

Geçmişte ürünün dizaynı ve üretimi birbirinden farklı iki faaliyet olarak düşünülmüştür. Bu yaklaşım her iki bölüm için de son derece zararlı sonuçlara neden olmuştur. Ürün tasarımcıları, üreticilerin katkısını dizayn aşamasında yeterli ölçüde erken alamamışlardır. Bunun sonucu olarak, tasarımcı dizaynı gerçekleştirmede oldukça sınırlı kriterlere sahip olmuş, üreticiler ise üretimi hemem hemen imkânsız olan bir tasarım ile karşılaşmışlardır. Oysaki, bölümler arasında etkin bir iletişimin oluşturulması, ilgili tüm birimlerin enerjilerinin ortak bir amaç için odaklanması ve ilgili ürün geliştirme prosesinin paralel bir şekilde ele alınması sayesinde, ürün geliştirme ekipleri tasarımlarını "ilk çalışmalarında doğru ürün" ile sonuçlandırabilecek ve bunun sonucunda da dizayn ve üretim maliyetlerinde ve zamanlarında önemli kazançlar elde edilebilecektir. Seri yaklaşım, bölümler arasında görünmeyen duvarlar oluşturmaktadır.

Eş zamanlı mühendislik, günümüzde yeni ürün geliştirme işlemlerini iyileştirmek için önemli bir metodoloji olarak kabul edilmektedir. Halbuki bu, yeni bir metodoloji olmayıp, her biri bir süredir kullanımda olan bir çok metodolojinin sistematik bir şekilde bir araya gelmesi ile oluşturulan bir yaklaşımdır. Bu metodoloji, ürün geliştirme prosesinin, parçalara ayrılmış adımlardan ziyade bir bütün olarak ele alınmasını sağlar. Böylece günümüzün artan rekabet koşullarında, endüstrinin daha verimli ve etkili ürün geliştirme ihtiyacını hissettiği an, eş zamanlı mühendisliğin önemi daha da artacaktır. Eş zamanlı mühendisliğin uygulanması, ürün ve servis kalitesini arttıracak, müşterilerin istek ve beklentilerini karşılayan ürün veya servislerin geliştirilmesine yardımcı olacak ve ürün geliştirme çevrim maliyetlerini azaltacaktır. Uzmanlar, eş zamanlı mühendisliğin başarılı bir şekilde uygulanması sonucu yeni bir ürünün fikir aşamasından pazara ulaşma zamanına kadar geçen sürede %30 - %50

kadar bir kısalma olabileceğini ifade etmektedirler. Eş zamanlı mühendisliğin geleceği oldukça ümit vericidir. Bu metodoloji küçük, orta ve büyük ölçekli pek çok işletme tarafından uygulanmaya başlamıştır.

Günümüzün rekabet ortamında müşteriler, kendi ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayan ve performansları yüksek ürünleri talep ederler ve bunları elde edebilirler. Müşteri isteklerinin sürekli olarak karşılanmasını sağladığı konusunda en etkili ve kabul görmüş metodolojilerden biri olan QFD, müşteri beklentilerinin sistemle, parça karakteristikleri ile, prosesle, üretim ihtiyaçları ile olan farklı ilişkilerinin, kısacası müşterinin sesinin işin tüm aşamalarında göz önüne alınmasına yardımcı olur. Kaliteyi sürekli olarak artırarak, kayıpları azaltarak ve üretim başlamadan önce temel ürün ve proses karakteristiklerini belirleyerek üreticiler, kendi seçtikleri pazara oldukça rekabetçi koşullarda girebileceklerdir.

QFD'nin ürün geliştirme prosesinde kullanılması ile de, bir taraftan müşteri istekleri doğrultusunda ürün geliştirilmesi sağlanmakta, diğer taraftan da mühendislik değişikliklerinde, ürün geliştirme sürelerinde, ürün maliyetlerinde ve servis problemlerinde belirgin bir azalma gözlenmektedir. Yeni bir ürün veya servis geliştirme prosesinden, mevcut bir ürün veya servisin iyileştirilmesine; proses yönetiminden politika yönetimine ve daha bir çok alanda kendisine daha şimdiden geniş bir uygulama alanı bulan QFD metodolojisi üzerine, ülkemizde de çalışılmakta ve QFD değişik alanlarda uygulanmaktadır.

Artan rekabet koşullarının yanında kalite ve maliyetin de ön plana çıkması sonucu ürüne yönelik tüm tasarım, üretim, satış ve servis gibi faaliyetlerin eş zamanlı olarak yapılabilmesi, QFD metodolojisini daha etkin kılmakta ve toplam kalite yönetiminin başarısını desteklemektedir.

QFD metodolojisini uygulayan firmalar kısa süre içinde müşteri tatmininin önemli ölçüde arttığını görmüşlerdir. Müşteri düşüncesini tespit etmek ve analiz etmek için çok fonksiyonlu ekiplerin kullanımı, daha iyi bir iletişimi ve ürünü ortaya çıkarır. QFD işlemi ürün tanımlama ile başlar, ürün dizaynı ve proses dizaynı işlemleri ile devam eder ve proses kontrol, test ve ekipman bakımı ve eğitim ile biter. Bu metodolojinin kullanımı sayesinde tasarımcılar, müşteri ihtiyacını tatmin etmeyen veya pazar koşullarını sağlamayan ürün dizaynından kaçınmış olurlar.

QFD metodolojisinde tanımlamalar, müşteri düşünceleri ile; iletişim, iç ilişkili seri matrisler ile; önceliklendirme ise müşterinin, rekabetçilerin ve firmanın vizyonu ile sağlanır. Bu sayede planlamada, iletişimde ve ürün geliştirmede ekip çalışması etkinleştirilmiş olur. QFD metodolojisini uygulayan firmalar bu suretle, dizayn maliyetinin 1/3 oranında, dizayn sürelerinin ise 1/2 oranında azaltılabildiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca bu sayede teknik

risklerde bir azalma; planlamada, iletişimde ve ürün geliştirmede ise ekip çalışması gerçekleştirilmiş olur.

Özetle işletmeler QFD ile;

- Tasarım zamanını %30 -%50 azaltabilmektedirler,
- Geliştirme zamanını %30-%50 azaltabilmektedirler,
- Yeni ürünü devreye alma zamanını ve maliyetleri %20-%60 azaltabilmektedirler.

Ayrıca QFD sayesinde;

- İşletmelerde herkesin aynı dili konuşabilmesi sağlanabilir,
- Uygulandığı işletmede toplam kalite kontrol anlayışının yerleşmesi sağlanabilir,
- Personel değişikliğinin getirdiği zorlukların kolayca aşılması sağlanabilir,
- Hata nedenlerinin önceden belirlenmesi mümkün olabilir,
- Önemli noktaların kontrol edilmesi mümkün olabilir,
- Rakamlarla konuşma gerçekleşebilir,
- Uygulamaların yerinde incelenmesi mümkün olabilir.

Günümüzde ürün geliştirme ve kalite konusundaki temel faktörler, ürün veya servis geliştirme ile ilgili her bir aşamada planlı ve kontrollü çalışılması ve problemlerin sistematik bir şekilde ele alınmalarıdır. Böylece bir taraftan müşteri beklentilerini sağlayan ürün ve servisler ortaya konurken, diğer taraftan da seri üretim başlamadan önce ortaya çıkması muhtemel problemler tespit edilir ve bu problemlerin yok edilmeleri için ortak ve etkili bir çözüm geliştirilmiş olur (Braunsperger, 1996).

QFD'nin işletmelerde kalıcı etkisinin sağlanması, farklı birimlerin, "bir sonraki bölüm müşterimdir" mantığı altında oluşturduğu planlama, ürün kontrol ve üretim ile ilgili kuralları standart olarak yayımlaması ile mümkün olmaktadır. Bir sonraki ürünün geliştirilmesi sırasında QFD'nin kullanılabilmesi ve QFD'nin yaşaması için, her şeyin dökümanite edilmesi ve ürün geliştirme akışına ters yönde geriye doğru bilgi iletimi, yani geri besleme şarttır.

Dünyada QFD'nin öyle hemen alınıp uygulanacak bir reçetesi yoktur. Bütün bu adımları gerçekleştirebilmek için AR-GE'nin her zaman gerekli ve önemli olduğunu unutmamak gerekir.

Müşteriden başlayıp, müşteride biten bu çevrimin üretim aşamasına kadar olan kısmında uygulanan bu teknik sayesinde şirketler, çok sayıda ve üstün kalitede ürünü, zamanında ve müşteri gereksinimlerini sağlayacak bir şekilde pazara sunabilmektedirler.

Bölüm 6'da sunulan, çapraz lastiklerde ağır yükleme koşulları sonucunda ortaya çıkan "sırt atması" probleminin QFD metodolojisi kullanılarak analizine ilişkin bilgilerin ve oluşturulan Kalite Evi matrislerinin yer aldığı çalışmadan da takip edilebileceği gibi, otomobil lastiği gerçekten karmaşık bir yapıya sahiptir. Ayrıca lastiğin kalitesini ve performansını etkileyen önemli pek çok problemden sadece biri olan "sırt atması" probleminde dahi, parametrelerden birinin değişiminin bir diğer parametreyi nasıl etkilediğini net olarak ortaya koymak ve bunu rakamsal olarak değerlendirmek her zaman mümkün olmamaktadır. "Sırt atması" probleminin diğer problemlerle birlikte düşünülmesi durumunda olayın ne derece karmaşık bir hale geleceğini tahmin etmek fazla zor olmayacaktır. Bu çalışmada bir kez daha ortaya konan bu zorluğa rağmen, lastikte "sırt atması" probleminde etkili olan parametrelerin tümünün ve bu parametrelerin birbirleri ile olan ilişkilerinin sistematik bir şekilde ortaya konması, sadece mevcut lastiklerde performans ve kalite arayışlarına ışık tutmakla kalmayacak, yeni geliştirilecek ürünler için de bir referans teşkil edecektir.

QFD metodolojisinin, farklı sektörlerde yer alan çeşitli endüstriyel işletmelerdeki uygulamaları incelendiğinde, Bölüm 7'de de açıklandığı gibi, bu konudaki çalışmaların çok fazla yaygınlaşmadığı tespit edilmiştir. Bunun nedenleri arasında, firmaların QFD metodolojisi hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması da yer almaktadır. En azından bu sorunun ortadan kaldırılabilmesi için, KALDER, MPM, TSE, TÜSSİDE, İSO, KOSGEB, üniversiteler, odalar gibi kuruluşlar tarafından QFD metodolojisi ile ilgili seminerlerin, konferansların, eğitim programlarının düzenlenmesi faydalı olacaktır. Bütün bunların yanında dizayn kalitesinin sağlanmasında kullanılan teknikler, bu tekniklerin ülkemizde değişik sektörlerde yer alan işletmelerde uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözümleri ile ilgili daha geniş akademik ve uygulamalı araştırmalar yapılarak sonuçlarının literatüre yansıtılması da, QFD metodolojisi konusunda aydınlatıcı bilgilerin ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır.

Önümüzdeki yıllarda lastiklerden, oldukça farklı bir performans sağlamaları beklenmektedir. Bu ise, lastik teknolojisi alanındaki gelişmeleri hızlandırmanın da ötesinde zorunlu hale getirecektir. Farklı müşteri grubuna ürün sunma durumunda olan lastik üreticileri, sürekli

olarak hem malzeme, hem de ekipman tedarikçilerinden yenilikler beklemektedir. İlk ortaya çıkışından bugüne, yüz yıldan fazla bir süre geçmesine rağmen, önümüzdeki yıllarda lastik teknolojisindeki gelişmeler şu ana kadar gerçekleştirilen gelişmelerden daha hızlı olmak durumundadır. Bunu sağlamanın yolu da, hammadde üreticilerinin, ekipman tedarikçilerinin, taşıt tasarımcılarının ve lastik kullanıcılarının daha etkin bir şekilde iletişim içinde olmalarından ve lastiğin performansına etki eden tüm parametrelerin ayrıntılı bir şekilde ortaya konmalarından geçmektedir.

Bu çalışmada ortaya konan ve detaylandırılan Eş Zamanlı Mühendislik ve Kalite Fonksiyonu Açınımı metodolojileri, ürün veya servis geliştirmede önemli bir yere sahiptir. Ancak en iyi sonuçların alınması için diğerleri gibi, bu tekniklerin de geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Kalite Fonksiyonu Açınımı ve Eş Zamanlı Mühendislik metodolojilerinin esasları verilmiş olmakla birlikte, her bir metodoloji, şirkete ve geliştirilecek ürüne göre adapte edilmelidir. Yaşanılan tecrübelerden, ilerlemenin ve gelişmenin aşağıdaki dört altın prensibe dayandığı ifade edilmektedir (Nickoles ve Flanagan, 1994):

- 1) Yeni yaklaşımları denemek üzere hazırlıklı olmak,
- 2) İyimser olarak dışarı çıkmak ve diğer insanlardan bir şeyler öğrenmek,
- 3) En iyi fikirleri almak ve bunları uygulamak,
- 4) Bu fikirlerden işletme için uygun olanını kullanmak.

Global ekonomilerde şirketlerin ayakta kalabilmeleri için, müşterileri ile her zaman temas halinde olmaları gerekmektedir. Şirketler, Kalite Fonksiyonu Açınımı ve Eş Zamanlı Mühendislik gibi, iyi sonuçlar veren modern metodolojileri kullanmak durumundadırlar. Bu şirketlerin söz konusu proses ve araçları kullanmalarını sağlamanın en etkin yolu, bunları yeni ürün geliştirme proseslerine monte etmek ve etkinliğini sağlamak üzere işleyişlerini gözlemlemektir.

Sonuç olarak başarının esası, şirketlerin iyileşme için bir arayış içine girmeleri, çapraz fonksiyonel ekipler oluşturarak onlarla birlikte çok çalışmayı, dikkatli planlamayı, disiplini, ve toplam kalite yönetimini kendilerine ilke edinmeleridir. Artık kuruluşlar kabul görmüş şu gerçeğin farkına varmalıdırlar ki, "değişmeyen tek şey, değişimdir". Ancak bu sayede işletmeler kendi kârlılıklarını ve rekabet güçlerini arttırabilirler, bu özelliklerini sürdürebildikleri sürece de pazarlarda kalıcı olabilirler.

KAYNAKLAR

AKAO, Y., 1990

Quality Function Deployment - QFD - Integrating Customer Requirements into Product Design, Productivity Press, Massachusetts

ALBANO, L.D. ve SUH, N.P., 1994

Axiometric Design and Concurrent Engineering
Computer Aided Design, Vol. 26, No. 7, July, pp.499-505

ANONİM, 1990

"What Can I Do with This Old Tyre"
The Economist, Vol. 316, Issue 7667, p. 70

BAYLIS, C., 1994

"Simultaneous Engineering"
World Class Design to Manufacture, Vol. 1, No. 1, pp. 17-20

BARCLAY, I., ve POOLTON, J., 1994

"Concurrent Engineering: Concept and Practice"
International Journal of Vehicle Design, Vol. 15, 3/4/5, pp. 529-544

BESTERFIELD, D., 1990

Quality Control
3.rd ed., Prentice-Hall, New Jersey

BOSSERT, J.L., 1991

Quality Function Deployment - A Practitioner's Approach
ASQC Quality Press

BRAUNSPERGER, M., 1996

"Designing for Quality - An Integrated Approach for Simultaneous Quality Engineering"
Proc. Instn. Mech. Engrs., Part I Journal of Engineering Manufacture Vol. 220, pp. 1-10

BROWN, P.G., 1991

"QFD: Echoing the Voice of the Customer"
AT & T Technical Journal, March/April, pp. 18-32

CARTER, D.E. ve BAKER, B. S., 1992

Concurrent Engineering
Addison-Wesley Publishing Company

CARTIN, T.J., 1993

Principles and Practices of TQM
ASQC, Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.

CASEY, C., ESMARZA, V., GRADEN, C.J., ve REEP, P.J., 1993
 "Systematic Planning for Data Collection"
Quality Progress, December, pp. 55-59

CENGİZ, Y.B. ve YAYLA (ÖZTÜRK), A.Y., 1995
 "Dizayn Kalitesinin Oluşturulmasında Eşzamanlı Mühendislik Yaklaşımı"
 4. Ulusal Kalite Kongresi, 8-9 Kasım, İstanbul

CHU,X.,HOLM,H.,1994
 "Product Manufacturability Control For Concurrent Engineering"
Computers in Industry, Vol.24, pp. 29-38

CLAUSING,D., PUGH, S.,1991
 "Enhanced Quality Function Deployment"
Design and Productivity International Conference,1991,Honolulu

COUSINS, R.E., 1991a
 "Rules for Concurrent Engineering - Part I"
Computer, Vol. 24, No. 11, Nov., pp.112

COUSINS, R.E., 1991b
 "Rules for Concurrent Engineering - Part II"
Computer, Vol. 24, No. 12, Dec., pp. 112

DOWLATSHAHI, S., 1994
 "A Comparison of Approaches to Concurrent Engineering"
The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 9, pp. 106-113

EDOSOMUA, J.A., 1993
 "Customer and Market-Driven Quality Management"
 ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin

EHRESMAN, T., 1995
 "Small Business Success Through TQM"
 ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin

EVANS, B., 1988
 "Simultaneous Engineering"
Mechanical Engineering, Vol. 110, No. 2, Feb., pp. 38-39

EVANS, J.R., LINDSAY, W.M., 1993
 "The Management and Control of Quality"
 West Publishing Company, 2nd. ed.

FARRELL, R., 1994

"Quality Function Deployment: Helping Business Identify and Integrate the Voice of the Customer"

Industrial Engineering, Vol. 26, No. 10, October, pp. 44-45.

FORTUNA, R.M., 1988

"Beyond Quality: Taking SPC Upstream"

Quality Progress, June, pp. 23-28

GATENBY, D.A.; LEE, P.M.; HOWARD, R.E.; HOSYAR., K.; LAYENDECKER, R. ve WESNER, J., 1994

"Concurrent Engineering: An Enabler For Fast, High-Quality Product Realisation"

AT & T. Technical Journal, January-February, Vol. 73, pp. 34-47

GARVIN, D.A., 1984

What Does 'Product Quality' Really Mean?

Sloan Management Review, Vol. 26, No. 1, pp. 25-43

GARVIN, D.A., 1987

"Competing on the Eight Dimensions of Quality"

Harvard Business Review, No. 6, November-December, pp. 101-109

GOPAKAKRISHNAN, K.N., MCLYNTRE, B.E. ve SPRAGIUE, 1992

"Implementing Internal Quality Improvement with the House of Quality"

Quality Progress, September, pp. 57-60

GRIFFIN, A. ve HAUSER, J.R., 1992

"Patterns of Communications Among Marketing, Engineering and Manufacturing - A Comparison Between Two New Product Teams"

Management Science, Vol. 38, No. 3, March

GRACE, D.R. AND BILLATOS, S.B., 1992

"Application of Concurrent Engineering in The Redesign Process"

DE - Vol. 51, Design For Manufacture, ASME, pp. 23-28

HALES, R.F., 1995

"Adapting Quality Functions Deployment to the US Culture"

IIE Solution, October, pp. 15-18

HALES, R.F., 1993

"Quality Function Deployment in Concurrent Product/Process Development"

Proceedings of the 6th Annular IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, Ann Arbor, MI, USA

- HARTLEY, J.R., 1992
Concurrent Engineering: Shortening Lead Times, Raising Quality and Lowering Costs
 Productivity Press
- HAUSER, J.R., ve CLAUSING, D., 1988.
 "The House of Quality"
Harvard Business Review, No. 3, June
- HAYES, G.E., ve ROMIG, H.G., 1977
Modern Quality Control
 1st ed., Benziger Bruce & Glencoe Inc., USA,
- HAYNES, I. ve FROST, N., 1994
 "Accelerated Product Development: An Experience with Small and Medium-sized Companies" *World Class Design to Manufacture*, Vol. 1, No. 5, pp. 32-37
- HOLM, H. VE CHU, X., 1994
 "Product Manufacturability Control for Concurrent Engineering"
Computers in Industry, Vol. 24, pp. 29-38
- HUNTER, M.R. ve LANDINGHAM, V., 1994.
 "Listening to the Customer Using QFD"
Quality Progress, Vol. 27, No. 4, pp. 55-59
- ISHII, K., 1995
 "Life Cycle Engineering Design"
ASME Journal of Mechanical Design, Vol. 117, p.42
- JURAN, J.M., 1979
Quality Control Handbook
 3rd. ed., McGraw-Hill
- JURAN, J.M., 1992
Juran on Quality By Design
 Juran Institute Inc., USA
- JURAN, J.M., ve GRZYNA, F.M., 1970
Quality Planning and Analysis
 McGraw-Hill Inc., USA.
- LOCHNER, R.H.ve MATAR, J.E., 1990
Designing for Quality
 ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, Newyork

KATHAWALA, Y. ve MOTWANI, J., 1994
 "Implementing Quality Function Deployment"
The TQM Magazine, Vol. 6, No. 6, pp. 31-37

KENNY, A.A., 1988
 "A New Paradigm for Quality Assurance"
Quality Progress, June, pp. 30-32

KING, B., 1989
Better Designs in Half the Time - Implementing QFD in America
 3 rd ed. GOAL/QPC

KOBU, B., 1987
Endüstriyel Kalite Kontrol
 2. Baskı, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayını, Yayın No. 3425

KOGURE, M., ve AKAO, Y., 1983.
 "Quality Function Deployment and CWQC in Japan"
Quality Progress, October, pp. 25-29

KÜLÜR, C., 1987
 "Kalite Kontrolunda Temel Kavramlar ve Kalite Kontrolunun Tarihsel Gelişimi"
Kalite Kontrolunda Modern Yaklaşımlar Semineri, Gebze

LINER, M., 1992
 "First Experiences Using QFD in New Product Development"
DE - Vol. 51, Design For Manufacture, ASME

MADDUX, G.A., AMAS, R.W. VE WYSKIDA, A.R., 1991
 "Organizations Can Apply Quality Function Deployment as Strategic Planning Tool"
Industrial Engineering, September, pp. 33-37

MALLON, J.C. ve MULLIGAN, D.E., 1993
 "Quality Function Deployment - A System for Meeting Customers' Needs"
Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 119, No. 3, pp. 516-531.

MARSH, S.; MORAN, J.W.; NAKUI, S. ve HOFFHERR, G., 1992
Facilitating and Training in Quality Function Deployment
 Published by ASQC, Milwaukee, WI, USA

METH, M.A., 1991
 "Concurrent Engineering"
Computer, Vol. 24, No. 9, September, p. 100-101

MORTIMER, A.L., 1994

"Implementing Simultaneous Engineering"

World Class Design to Manufacture, Vol. 1, No. 1, pp. 43-47

NICHOLS, K. ve FLANAGAN, D., 1994

"Customer-driven Design through QFD"

World Class Design to Manufacture, Vol. 1, No. 6, pp. 12-19

O'CONNOR, L.; PARTRIDGE, D.; SEELY, B., GUTHMILLER, W. ve LOVETTE, K., 1992

"SeeQFD™ Software. An environment for QFD"

SAE Technical Paper Series. Publ. by SAE, Warrendale, PA, USA, 922117. p. 27-37

PAWAR, K.S., ve RIEDEL, C.K.H., 1994

"Achieving Integration Through Managing Concurrent Engineering"

International Journal of Production Economics, Vol. 34, No. 3, pp. 329-343

PEŞKİRCİOĞLU, N., 1992

"Kalite ve Maliyet"

Kalite Kontrol Semineri, Ankara

POURBABAI, B. ve PECHT, M., 1994

"Management of Design Activities in a Concurrent Engineering Environment"

International Journal of Production Research, Vol. 32, No. 4, pp. 821-832

REIMANN, M.D., ve SARKIS, J., 1996

"An Integrated Functional Representation of Concurrent Engineering"

Production Planning & Control, Vol. 7, No. 5, pp. 452-461

ROSENBLATT, A. ve WATSON, G.F., 1991

"Concurrent Engineering"

IEEE Spectrum, Vol. 28, No. 7, July, pp. 22-37

ROSS, P.J., 1988

"The Role of Taguchi Methods and Design of Experiments in QFD"

Quality Progress, June, pp. 41-46

SCHEURELL, D.M., 1994

"Beyond the QFD House of Quality: Using the Downstream Matrices"

World Class Design to Manufacture, Vol. 1, No. 2, pp. 13-20

SEITZ, N. VE HUSSMANN, A.W., 1961

"Forces and Displacements in the Contact Area of Free Rolling Tires"

Confidential Report, Technische Hochschule Munich,

SHINA, S.G., 1991

"Concurrent Engineering"

IEEE Spectrum, Vol. 28, No. 7, July, pp.22-37

SIMMONS, D.A., 1970

Practical Quality Control

Addison Wesley Book Publishing Company, New York

STALK, J., 1988

"Time-The Next Source of Comparative Advantage"

Harvard Business Review, July-August, pp. 19-29

SULLIVAN, L.P., 1986

"The Seven Stages in Company- Wide Quality Control"

Quality Progress, Vol. 19, pp. 77-83

SULLIVAN, L.P., 1988

"Policy Management Through Quality Function Deployment"

Quality Progress, June, pp. 18-20

TORAMAN, A., 1987

"Kalitenin Ülke ve İşletme Açısından Önemi"

Kalite Kontrolunda Modern Yaklaşımlar Semineri, Gebze

TÖNÜK, E. ve ÜNLÜSOY, Y.S., 1995

"Otomobil Lastiklerinin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Şişirme ve Yükleme Analizi"

Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, Haziran 1995, pp. 30-34

VERA, D., GLENNON, T., KENNY, A.A., KHAN, M.A.H. ve MAYER, M., 1988

"An Automotive Case Study"

Quality Progress, May, pp. 25-28

WASSERMAN, G.S., 1993.

"On How to Prioritize Design Requirements During the QFD Planning Process"

IIE Transactions, May, Vol. 24, No. 3, pp. 59-65

WHITELEY, R. ve HESSON, D., 1996

Customer Centered Growth

Addison-Wesley Century Business Book,

WHITNEY, E. D., 1988

"Manufacturing by Design"

Harvard Business Review, July-August, pp. 125-133

WILLIAMS, R.A., 1994

"Delivering the Promise"

World Class Design to Manufacture, Vol. 1, No. 1, pp. 33-38

WILLIAMS, A.R. ve EVANS, M., 1995

"Tyre Technology: Future Developments"

Materials World, Vol. 3, No. 12, December 1995, pp. 588-591

WOEHRLE, W.J., 1995

"A History of the Passenger Car Tire: Part II"

Automotive Engineering, Vol. 103, No. 10, October 1995, pp. 35-39

WOLFE, M., 1994

"Development of the City of Quality: A Hypertext-Based Group Decision Support System for Quality Function Deployment"

Decision Support Systems, Vol. 11, No. 3., pp. 299-318

ZIEMKE, M.C. ve SPAN, M.S., 1991

"Warning: Don't Be Half-hearted In Your Efforts to Employ Concurrent Engineering"

I.E., Vol. 23, No. 2, pp 45-49

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	06.12.1969	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1983-1986	Üsküdar Kız Lisesi
Lisans	1986-1990	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1990-1992	Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programı
	1990-1993	İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İşletmecilik Bilim Dalı
Doktora	1993-Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programı
Çalıştığı kurumlar	1992-1995	Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi
	1995-Devam ediyor	Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi