

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

128758

**EŞZAMANLI MÜHENDİSLİĞİN
TEDARİK ZİNCİRİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Endüstri Müh. Erdem DEMİR

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nihan Çetin DEMİREL

Y. Doç. Dr. Nihan Çetin Demirel

Prof. Dr. Nihan Çetin Demirel

Y. Doç. Dr. Semih Övünç

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İSTANBUL, 2002

128758

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ	1
2. ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ.....	3
2.1 Ürün Geliştirme Süreci Adımları.....	3
2.1.1 Tasarım Kavramına Genel Bir Bakış.....	5
2.1.2 Tasarım Süreci	7
2.1.2.1 Tasarımcının Tasarlama Süreci.....	9
2.1.2.2 Organizasyonel Tasarlama Süreci.....	9
2.1.3 Tasarımda Ussallık.....	11
2.2 Ürün Geliştirme Sürecinin Amacı	12
2.3 Ürün Geliştirme Sürecinin Önemi	14
2.4 Klasik Ürün Geliştirme Süreci.....	15
2.4.1 Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi	15
2.4.2 Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi Aşamaları	16
2.4.3 Ardışık Ürün Geliştirme Yönteminin Dezavantajları	18
3. ÜRÜN GELİŞTİRMEDE EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK	20
3.1 Eşzamanlı Mühendislik Kavramı.....	20
3.2 Eşzamanlı Mühendisliğin Esasları.....	22
3.2.1 Takım Elemanları Arasında İşbirliği	23
3.2.2 Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı	23
3.2.3 Eşzamanlı Süreçler.....	24
3.3 Eşzamanlı Mühendisliğin Ardışık Ürün Geliştirme Yönteminden Üstünlükleri	25
3.4 Eşzamanlı Mühendislikte Ürün Geliştirme Safhaları	30
3.5 Eşzamanlı Mühendislikte Başarı Faktörleri.....	30
3.5.1 Yönetim.....	30
3.5.2 Organizasyon	31
3.5.3 Altyapı.....	31
3.5.4 Ekip Çalışması	32
3.5.5 Uygulanan Teknikler	32
3.6 Eşzamanlı Mühendislik Uygulamasında Karşılaşılan Engeller	33
3.6.1 Organizasyonel Engeller.....	34

3.6.1.1	Üst Yönetim Desteği Eksikliği	34
3.6.1.2	Uygun Olmayan Organizasyonel Ortam.....	34
3.6.1.3	Koruyucu Fonksiyonel Yöneticiler.....	35
3.6.1.4	Yetersiz Ödüllendirme Sistemi.....	35
3.6.1.5	Yetersiz Müşteri Katılımı	35
3.6.1.6	Yetersiz Tedarikçi Katılımı.....	36
3.6.2	Teknik Engeller.....	36
3.7	Uygulamada Karşılaşılan Engellerin Aşılması İçin Yapılması Gerekenler.....	36
3.7.1	Kültürel Değişimin Gerçekleştirilmesi	36
3.7.2	Organizasyonel Değişimin Gerçekleştirilmesi	37
3.7.3	Eşzamanlı Mühendislik Takımının Oluşturulması	37
3.7.4	Yeterli Teknolojik Desteğin Sağlanması	37
3.7.5	Görev Tanımlaması ve Etkileşimin Arttırılması.....	37
4.	EŞZAMANLI MÜHENDİSLİKTE KULLANILAN TEKNİKLER	38
4.1	Kalite Fonksiyon Yayılımı.....	38
4.2	İmalat İçin Tasarım.....	43
4.3	Montaj İçin Tasarım.....	44
4.4	Üretim ve Montaj İçin Tasarım.....	45
4.5	Kalite İçin Tasarım	45
4.6	Çevre İçin Tasarım.....	46
4.6.1	Yeniden Kullanım İçin Tasarım.....	46
4.6.2	Geri Dönüşüm İçin Tasarım.....	46
4.6.3	Kolay ve Güvenilir Atık İçin Tasarım	46
4.7	Güvenilirlik İçin Tasarım.....	47
4.8	Yasal Sorumluluk İçin Tasarım	47
4.9	Bakım İçin Tasarım.....	47
4.10	Maliyet Esaslı Tasarım	47
4.11	Hata Modu ve Etki Analizi	48
4.12	Taguchi'nin Kararlı Tasarım (Robust Design) Yaklaşımı.....	49
4.12.1	Sistem Tasarımı	52
4.12.2	Parametre Tasarımı	53
4.12.3	Tolerans Tasarımı	54
5.	EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK SÜRECİNE TEDARİKÇİLERİN KATILIMI..	55
5.1	Tedarik Zinciri Kavramı İle İlgili Genel Bilgiler	55
5.1.1	Tedarik Zinciri Tanımı.....	55
5.1.2	Tedarik Zinciri Yönetimi	56
5.1.3	Tedarikçilerle Çalışmanın Gerekliliği.....	57
5.1.4	Geçmişten Günümüze Üretici-Tedarikçi İlişkileri	58
5.2	Eşzamanlı Mühendisliğin Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri	59
5.2.1	Tedarikçilerin Ürün Geliştirme Sürecine Erken Katılımı.....	60
5.2.2	Zamana Dayalı Rekabet Gücünün Artması	62
5.2.2.1	Yeni Ürün Geliştirme Ön Süresinin (Pazara Çıkış Süresi) Azalması.....	63
5.2.2.2	Müşterilerin İsteklerine Zamanında Cevap Verebilme.....	64
5.2.3	Tedarikçilerle İlişkilerin Değişmesi.....	65
5.2.4	Kalitenin Artması (Hataların Azalması).....	68
5.2.5	Maliyetlerin Azalması.....	69
5.2.6	Sanal Takımların Ortaya Çıkması.....	71
5.2.7	Daha İyi Bilgi Yönetimi.....	74
5.2.8	Sanal Organizasyon Yapılarının Ortaya Çıkması.....	76

5.2.9	Yalın Düşünce'ye Geçişin Sağlanması.....	78
5.2.9.1	Yalın Üretim Felsefesi'nin Benimsenmesi	78
5.2.9.2	Yalın Organizasyon Modeline Geçiş	80
5.2.9.3	Yalın Tedarik Zincirlerinin Ortaya Çıkması.....	81
6.	TOYOTA'DA TEDARİKÇİLERLE EŞZAMANLI ÜRÜN GELİŞTİRME.....	82
6.1	Toyota Motor Corporation ve Toyota Türkiye	82
6.2	Video-Konferans Sistemi.....	85
6.3	Video-Konferans Sistemi İçin Gerekli Teknoloji.....	86
6.4	Toyota'da Video-Konferans Sisteminin Ürün Geliştirme Sürecinde Kullanımı ..	88
7.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	93
KAYNAKLAR		96
ÖZGEÇMİŞ		100



KISALTMA LİSTESİ

AR-GE	Araştırma Geliştirme
APQC	American Productivity and Quality Center
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DFM	Design for Manufacturing
ERP	Enterprise Resource Planning
IDA	Institute for Defense Analyses
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
KFY	Kalite Fonksiyon Yayılımı
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükte İşletme
MRP	Material Requirement Planning
NT	Network Termination
QFD	Quality Function Deployment
TA	Terminal Adapter
TE	Terminal Equipment
TTMT	Toyota Motor Manufacturing Turkey
V-Comm	Virtual Communication

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Ürün geliştirme süreci	4
Şekil 2.2 Ardışık ürün geliştirme yöntemi.....	16
Şekil 2.3 Ardışık ürün geliştirme çevrimi.....	16
Şekil 2.4 Ardışık ürün geliştirme süreci aşamaları.....	17
Şekil 3.1 Eşzamanlı mühendislik ürün geliştirme çevrimi	22
Şekil 3.2 Uzman takımlar ile eşzamanlı mühendisliğin uygulanması	23
Şekil 3.3 Bilgisayar ve ağları ile eşzamanlı mühendisliğin uygulanması.....	24
Şekil 3.4 Tasarımcılar ve imalat operatörleri.....	25
Şekil 3.5 Eşzamanlı mühendislikle örgütsel duvarların yıkılması.....	26
Şekil 3.6 Ürün geliştirme yöntemlerinde değişiklikler ve maliyetler.....	26
Şekil 3.7 Ürün geliştirme yöntemlerinin karşılaştırılması	29
Şekil 3.8 Eşzamanlı mühendisliğin 8 prensibi.....	32
Şekil 3.9 Eşzamanlı mühendisliği etkileyen 7 kriter	33
Şekil 4.1 Kalite evinin temel konuları	39
Şekil 4.2 Kalite evi.....	40
Şekil 4.3 Kalite fonksiyon yayılımı aşamaları.....	41
Şekil 4.4 Kalite fonksiyon yayılımının maliyetlere etkisi	42
Şekil 4.5 Kalite fonksiyon yayılımı ve tasarım değişikliği sayısı.....	43
Şekil 4.6 Bir parçanın imalat için tasarım tekniğiyle tekrar tasarlanması	44
Şekil 4.7 Topluma olan kaybın yapısı	51
Şekil 4.8 Tasarımın üç aşaması.....	54
Şekil 5.1 Tedarik zinciri elemanları.....	56
Şekil 5.2 Ürün geliştirme zinciri.....	60
Şekil 5.3 Tedarik zincirinde geleneksel ürün geliştirme.....	61
Şekil 5.4 Ürün geliştirme sürecinde ortaya çıkan gelişmeler	62
Şekil 5.5 Tedarik zincirinde katmanlı yapı.....	66
Şekil 5.6 İleri kalite yaklaşımlarında kalite-maliyet ilişkisi	70
Şekil 5.7 Eşzamanlı mühendislik araçları ile tasarım ve imalat süreci.....	75
Şekil 5.8 Entellektüel sermayenin ve bilginin paylaşımı.....	75
Şekil 5.9 Sanal organizasyonlarda ağ yapısı.....	77
Şekil 6.1 Türkiye’de üretilen Toyota Corolla sedan.....	84
Şekil 6.2 Toyota Sakarya üretim tesisleri	84
Şekil 6.3 Video-konferans sistemiyle yapılan bir toplantı.....	86
Şekil 6.4 ISDN şebeke bağlantısı	87
Şekil 6.5 Üretici firmada video-konferans sistemiyle ürün geliştirme.....	89
Şekil 6.6 Tedarikçi firmada video-konferans sistemiyle ürün geliştirme.....	90

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Eşzamanlı mühendislikten önce ve sonra.....	27
Çizelge 3.2 Otomobil üreticilerinin karşılaştırılması.....	28
Çizelge 3.3 Eşzamanlı mühendislikle sağlanan başarılar	29
Çizelge 5.1 Üretim süreçlerinde ortaya çıkan gelişmeler	59
Çizelge 5.2 Zamana dayalı rekabetin avantajları.....	64
Çizelge 5.3 Dizayn değişikliği maliyetleri	71
Çizelge 5.4 Yalın üretim prensipleri.....	79



ÖNSÖZ

Günümüzün en önemli rekabet unsuru, teknolojik yenilikleri ve pazardaki değişimi dikkate alarak, yeni bir ürünün geliştirilmesi ya da mevcut ürünün iyileştirilmesidir. Yeni bir ürünü geliştirmek, maliyet, kalite ve pazara sunma zamanı gibi birbirleri ile çelişkili görünen üç önemli faktörün dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu üç faktörü en iyi biçimde bir arada değerlendirebilen işletmeler rekabet yarışında öne geçebileceklerdir. Bu da ancak Eşzamanlı Mühendislik yaklaşımının benimsenmesi ile gerçekleşebilir. Bu nedenle ürün geliştirme faaliyetinin Eşzamanlı Mühendislik yaklaşımını benimseyerek yapılmasının önemi giderek artmaktadır. Fakat işletmeler, tedarikçilerini çoğunlukla ürün geliştirme sürecinin dışında tutmakta ve tam olarak Eşzamanlı Mühendislik'ten yararlanamamaktadır. Bu çalışma ile tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine eşzamanlı dahil edilmesiyle ortaya çıkabilecek gelişmelerin neler olduğu incelenmektedir.

Bu tezin hazırlanmasında her zaman desteğini gördüğüm, düşünce ve fikirleriyle bana yol gösteren değerli hocalarım Sn. Yrd. Doç. Dr. Nihan Çetin Demirel ve Sn. Yrd. Doç. Dr. Tufan Demirel'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca bu tezin hazırlanmasında dolaylı ve dolaysız büyük yardımlarını gördüğüm değerli arkadaşlarım Araş. Gör. Ayhan Karahan, Hüseyin Karademir ve Ulaş Demir'e teşekkür ederim.

Son teşekkürüm ise bu tezin hazırlanması esnasında sabırla yanımda olan aile üyelerime olacaktır.

ÖZET

Günümüzde, ürün kalitesi, temin süresi, maliyet ve fonksiyonellikle ilgili müşteri beklentilerinin sürekli artması nedeniyle geleneksel ürün geliştirme yöntemleri artık bu beklentileri karşılayamamaktadır. Uluslararası alanda rekabetçi olabilmek için ürün geliştirme sürecinin eşzamanlı bir şekilde yürütülmesi hayati önem teşkil etmektedir. Bu nedenle, Eşzamanlı Mühendislik modern üretim anlayışında büyük öneme sahip bir ürün tasarım ve geliştirme felsefesi olarak yerini almıştır. Eşzamanlı Mühendislik, tasarım ve üretim süreçlerini ve ürünün tüm hayat çevrimiyle ilgili her şeyi aynı anda göz önüne alarak entegrasyonu sağlayan sistematik bir yaklaşımdır. Müşteriyi memnun etmek için Eşzamanlı Mühendislik, takım çalışması ve ürünün geliştirilmesiyle ilgisi olan herkesin ürün geliştirme sürecine erken katılımı üzerine odaklanmaktadır.

Artık, bir çok üretim süreci farklı teknolojilerin entegrasyonunu gerektirmektedir. Üretim süreciyle ilgili farklı teknoloji ve uzmanlığın tek bir işletmede yer alması çoğu zaman olanaksızdır. Özelleşmiş, yüksek performanslı ve kaliteli parçalara ihtiyaç duyulması nedeniyle işletmelerin başarılı olabilmesi için tedarikçilerin stratejik önemi giderek artmaktadır. Madem ki Eşzamanlı Mühendislik'te ürünün geliştirilmesiyle ilgili herkesin katılımı gerekmektedir, o halde tedarikçilerin de ürün geliştirme sürecine katılmaları gerekir. Aksi takdirde, işletmeler yalnızca kendi bünyelerinde ürettikleri parçalar için Eşzamanlı Mühendisliğin faydalarından yararlanabileceklerdir. Bu nedenle, üretim zamanını ve maliyeti azaltıp kaliteyi arttırmak için işletmeler-arası Eşzamanlı Mühendislik yaklaşımı benimsenmelidir. Tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine erken ve etkili bir şekilde katılmaları başarılı Eşzamanlı Mühendislik uygulamaları için büyük önem taşır.

Bu çalışmanın amacı, Eşzamanlı Mühendisliğin Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri'ni incelemektir. Tezin son bölümünde tedarikçilerin ürün tasarımına eşzamanlı olarak katılımını sağlayan video-konferans sistemi ve bir uygulama örneği yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eşzamanlı mühendislik, ürün geliştirme, tedarik zinciri, sanal takımlar, sanal organizasyonlar.

ABSTRACT

Today, expectations of improved product quality, lead-time, cost and functionality have risen to level that may not be sustained by conventional product development methods. To remain internationally competitive, adopting a concurrent product development methodology is vital. Thus, Concurrent Engineering is increasingly becoming a dominant feature of the modern manufacturing design and development process. Concurrent Engineering is a systematic approach to the integration of design, production and related processes where all life cycle phases of a product are considered simultaneously. For the purpose of satisfying customers, Concurrent Engineering emphasis teamwork and the early involvement of all parties interested in the product development process.

Many manufacturing processes increasingly require integration of different technologies. It is highly unlikely that any one company is in possession of the broad range of technologies and expertise required in the manufacturing process. The need for customized, higher performance and quality parts has dramatically increased the strategic importance of suppliers in the overall success of company. If it makes sense for all parties to be involved in the early stages of product development, then it also makes sense for suppliers to be just as involved; otherwise the benefits of early involvement by manufacturing will only be obtained for that small portion of parts made in-house. Thus, an inter-organizational approach is necessary to reduce throughput-time, improve quality, and lower costs. Early and strong involvement of suppliers in product development is a hallmark of best practice Concurrent Engineering.

In this study, it is aimed at finding out the impacts of implementing concurrent engineering approach on the supply chain and a video-conference sytem which enables suppliers to join product development process simultaneously is presented in the last chapter as an example.

Keywords: Concurrent (simultaneous) engineering, product development, supply chain, virtual teams, virtual organizations.

1. GİRİŞ

Günümüzde üreticilerin piyasada karşılaştıkları en önemli değişikliklerden biri, potansiyel alıcıların gereksinimlerini karşılayabilecekleri çok sayıda seçenekle karşı karşıya olmalarıdır. Üretim esaslı piyasalar, 1980'li yıllarla birlikte müşterinin giderek daha çok söz sahibi olduğu müşteri odaklı piyasalara dönüşmektedir. Rekabet koşullarının varlığını hissettirdiği günümüzde; kalite ve fiyat politikaları, ürünün piyasaya sunumundaki zamanlama ve benzeri pek çok strateji, üretici firmalar için hayati önem taşımaktadır. Son zamanlarda kalite iyileştirmeye yönelik Toplam Kalite Yönetimi anlayışından ve daha çok bir belgelendirme sistemi olmakla beraber ISO 9000 esaslarından sıkça bahsedilir olması, hep artan rekabet koşullarının birer göstergesidir. Nitekim bu durum, değişikliklere hızla cevap verebilecek sistemlere ihtiyaç olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda bir ürünün sadece kaliteli ve düşük maliyetle üretilmesi değil, aynı zamanda piyasa gereksinimlerini zamanında öngörüp onu en kısa sürede son kullanıcının beğenisine sunmak da önem kazanmıştır. Rekabet koşullarının bu kadar zorladığı bir piyasada, bunu hafifletmenin en basit yolu piyasa gereklerine herkesten daha çabuk yanıt vermekten geçmektedir. Bu da ancak müşteri gereksinimlerini en kısa sürede algılamak ve onu en uygun şekilde karşılamakla mümkün olabilir. Şüphesiz ürünlerin düşünce bazından, pazara sunumuna dek geçen sürenin en küçüklenmesi önemli bir rekabet üstünlüğü sağlayacaktır. Ancak bu statik bir yapı değildir. Piyasadaki anlık değişimlere geçici çözümler üretmek de seçilecek uzun vadeli bir yol değildir, çünkü değişim çağımızın değişmeyen tek kuralı olmuştur. Öyle ise çevredeki değişimlere yeterince hızlı yanıt verecek bir takım sistemlere gereksinim vardır.

Müşteri gereksinimlerinin tasarım, imalat, pazarlama ve satış dahil olmak üzere her aşamada dikkate alınması gereklidir. Kalite ve maliyet unsurlarının önceden belirlenen düzeylerde tutturulabilmeleri için ürünün, geliştirmenin her aşamasında kontrol edilmesi gerekir. Ayrıca bu faaliyetlerin en kısa sürede gerçekleştirilmesi rekabet koşullarının getirdiği bir zorunluluktur. Bu ise tasarımdan başlayarak imalat, pazarlama ve satış faaliyetlerinin eşzamanlı olarak ele alınması ve eşgüdümle sağlanabilir. İşte Eşzamanlı Mühendislik bu tür kaygılara bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır.

Firmalar eşzamanlı mühendislik felsefesini kullanarak büyük başarılar elde etmişlerdir. Gerçekleştirilen eşzamanlı mühendislik çalışmaları hep işletmelerin kendi içinde uygulanmıştır. Ayrıca yapılan akademik araştırmalarda da son birkaç yıla kadar hep eşzamanlı mühendislik felsefesinin işletme içinde uygulanması incelenmiştir. Son yıllarda ise eşzamanlı mühendisliğin sadece işletme içinde uygulanması yerine, işletmenin etkileşim

içinde bulunduğu tedarik zincirinde yer alan işletmelerin de eşzamanlı mühendislik sürecine katılmaları gerektiği anlaşılmıştır. Türkiye’de ise eşzamanlı mühendislik uygulaması Amerika ve Japonya’ya göre çok daha yeni sayılabilir. Bu nedenle bu çalışmada tedarik zincirinde Eşzamanlı Mühendislik uygulamasının ne gibi sonuçlar doğuracağı konusunda araştırma yapmaya karar verdim.

Bu çalışmada ilk olarak Ürün Geliştirme Süreci ele alınmıştır. Eşzamanlı mühendisliği anlamak ve nasıl bir yaklaşım önerdiğini daha iyi kavrayabilmek için klasik ürün geliştirme yöntemi olan Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi’ni incelemek gerekmektedir. Bu nedenle bu bölümde Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi de ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde eşzamanlı mühendislik felsefesi ile ilgili detaylı teorik bilgiler verilmiştir. Bu bölümde eşzamanlı mühendisliğin tanımları, esasları, uygulamada karşılaşılan engeller ve bu engellerin ortadan kaldırılması için yapılması gerekenler ile ardışık tasarım anlayışıyla karşılaştırılması yer almaktadır.

Dördüncü bölümde eşzamanlı mühendislik uygulamasında kullanılan yöntem ve teknikler anlatılmıştır. Her ne kadar eşzamanlı mühendislik uygulamasında çok sayıda yöntem ve teknikten yararlanılsa da bu çalışmada yalnızca bunlardan en fazla kullanılanlar incelenmiştir.

Beşinci bölümde araştırmanın esas konusu olan Tedarik Zincirinde Eşzamanlı Mühendislik uygulamaları ele alınmıştır. Bu bölümde eşzamanlı mühendisliğin ana firma ve tedarikçileri için ne tür faydalar sağlayabileceği ve ortaya çıkan sonuçlar incelenmiştir.

Altıncı bölümde tezin uygulama kısmı yer almaktadır. Toyota otomobil fabrikasında coğrafi olarak farklı yerlerde bulunan tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine eşzamanlı katılımını sağlamak amacıyla kullanılan Video-Konferans sistemi anlatılmıştır.

Son bölüm olan sonuç bölümünde ise çalışmanın genel bir değerlendirilmesi yapılmaktadır.

2. ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ

Literatürde, araştırma, geliştirme ve tasarım kavramları, genellikle yeterli bir açıklığa kavuşmamıştır. Aslında, bu üç terim, birbirini destekleyen ve bütünleyen bir nitelik taşır. Ürün geliştirme sürecine geçmeden önce söz konusu kavramlar, kısaca şu şekilde tanımlanabilir:

Araştırma: Alışılmışın, söylenmişin, yayınlanmışın, uygulanmışın dışındaki yeni bilgi, düşünce, fikir, sistem, teknik ve yöntemlerin ortaya konulması (keşfedilmesi) sürecidir.

Geliştirme: Var olan (mevcut) bilgi, düşünce, fikir, sistem, teknik ve yöntemlerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi sürecidir.

Tasarım: Yürürlükteki ürünlerin, süreçlerin ve yöntemlerin özelliklerinde güncel değişiklikler yapan veya bunları yeniden biçimlendirme ya da yeni gereksinmelere uygun ürün, üretim veya kullanım biçimine (formuna) dönüştürme sürecidir (Şahin ve Berberoğlu, 2001).

Ürün geliştirme süreci ise ürünün fikir olarak ortaya atılmasından, kavramsal bir modelin seri üretim aşamalarında üretilip pazara sunulmasına kadar geçen faaliyetler zinciri olarak algılanabilir (Ünsal, 1997).

2.1 Ürün Geliştirme Süreci Adımları

Yeni ürün geliştirme sürecinin modellenmesinde farklı yaklaşımlar söz konusudur. Genel hatları ile benzer olmakla birlikte bu modeller faaliyet adetleri ve faaliyet tanımları itibarı ile farklılık gösterebilmektedir (Ulusoy vd., 2001).

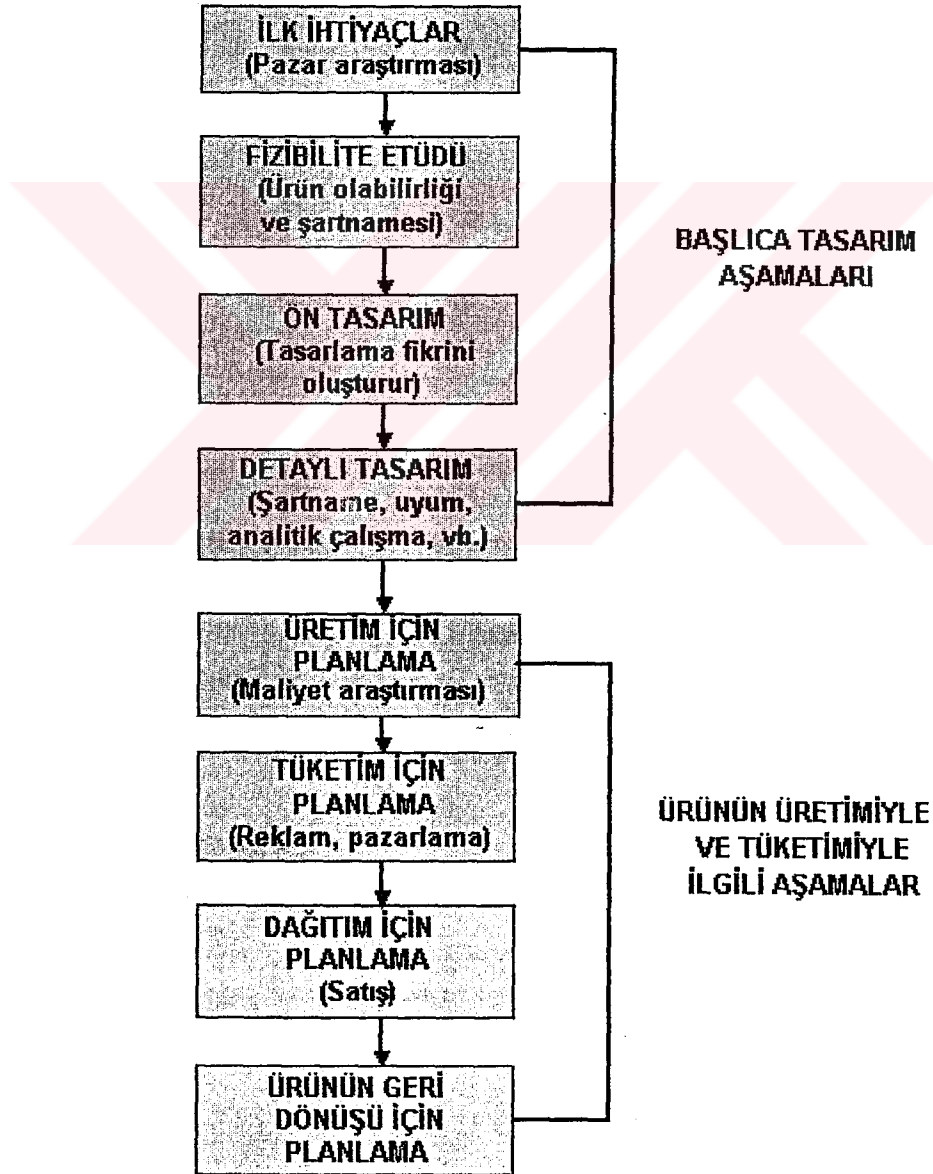
Amerikan Prodüktivite ve Kalite Merkezi (APQC)'ne göre yeni ürün geliştirme süreci 4 aşamadan meydana gelmektedir (1):

- 1- Fikir üretme,
- 2- Kavram geliştirme,
- 3- Tasarım aşaması,
- 4- Üretim ve teslimat.

Ürün geliştirme sürecinin başlangıç noktasını yeni ürün fikirleri teşkil eder. Türetilen yeni ürün fikirlerinin ön elemesi, ürün geliştirme sürecinin ilk faaliyetidir. Türetilen çok sayıda yeni ürün fikrinin ancak küçük bir bölümü yeni ürüne dönüşür. Bu nedenle, bir firmanın yeni ürün fikir kaynaklarını doğru seçmesi başarılı yeni ürünlere ulaşabilmede önemli bir rol oynar.

Avrupa'nın 500 büyük firması genelde rakiplerini en önemli yeni ürün fikir kaynağı olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Bu ilginç bir sonuçtur. Yeni ürün fikir kaynağının rakipler olması ancak olumsuz örneklerden hareketle daha iyi arama şeklinde yorumlanırsa olumlu bir sonuca götürür. Yoksa, rakiplerin taklit edilmesi gibi kısır bir strateji uygulanması anlamına gelir. Almanya'daki KOBİ'lerde ise; başarılı firmalar, müşterilerini ve onların ihtiyaçlarını en önemli fikir kaynağı olarak görmektedirler. Diğer önemli kaynaklar, diğer firmalarla müşterek çalışma anlaşmaları, bilimsel ve teknik konferanslardır (Ulusoy vd., 2001).

Aşağıdaki şekilde yeni bir ürünün geliştirmede izlenen tipik kademeler bir akış şeması çerçevesinde gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Ürün geliştirme süreci (2)

2.1.1 Tasarım Kavramına Genel Bir Bakış

Literatüre bakıldığında, tasarımla ilgili birçok tanımın olduğu görülür. Her bir tanım ayrı bir açıklama getirmektedir. Bunun nedeni de tasarım olgusunun çok genel toplumsal bir deneyim olmasıdır. Ancak tasarım için yapılabilecek en genel ve kapsamlı tanım şöyledir: Tasarım; öngörülen veya öngörülebilecek gereksinimleri karşılamak amacıyla yeni ve mevcut ürün ve/veya üretim sistemlerini,

- Tüketici gereksinimleri doğrultusunda,
- Bilimsel veriler ışığında,
- Günün ulaşılmış teknik ve teknolojik düzeyi çerçevesinde,
- Üretici ve tüketicinin geçmiş deneyimlerini gerçekleştirme hedefleyerek,

tasarımcının yaratıcılığının da katkısıyla problemin çözümüne yönelik

- Analiz,
- Sentez,
- Malzeme seçimi,
- Ölçme ve kontrol yöntemlerinden oluşan 4 temel ögeyi kullanarak yürütülen faaliyettir.

Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta “tasarım”ın “buluş” ile karıştırılmamasıdır. Bir tasarımın içinde her zaman bir “buluş”un olması gerekmez. “Buluş” ile daha evvel bulunmamış bir şey keşfedilebilir. Tasarım bir buluşu içerir veya içermeyebilir. Ancak, tasarım bir buluştan çok belirli bir plan ve çalışmanın ürünüdür. Tasarımın yapılma amacı bir ihtiyacı karşılamaktır.

İyi bir tasarım hem analiz hem de sentez gerektirir. Bir tasarımı yaparken, tasarımı yapılan parçanın davranış biçimlerinin hesaplanması için mümkün olduğunca fen bilimleriyle mühendislik bilimlerinin uygun disiplinleri kullanılmalıdır. Tasarımın “analiz” evresi genellikle gerçek dünyanın modeller yardımıyla basitleştirilmesini içerir. “Sentez” evresi ise ergonomik bir tasarım yaratmayı içerir (2).

Tasarım, insanların yaşamlarını sürdürürken kendileriyle bütünleştirdikleri çevreyi yaratmak için yaptıkları bir eylemdir. İnsanlar bu çevreden mesajlar alırlar ve öğrenirler. Bu, onların yaşam biçimlerinin bir göstergesidir. Bütün bu düşünceler nedeniyle tasarım konusundaki tartışmalar ortaya atılmıştır. Son yirmi yıla kadar geçen sürede tasarımcı tarafından yapılan ve tamamen uygulamaya bırakılmış bir olgu olan tasarım üzerinde çeşitli bilimlerden yararlanılarak bilimsel araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Diğer bilimlerin gelişiminde olduğu gibi, tasarım bilimi için gereken ortam hazırdır. Bu ortam çerçevesinde insanın kontrolü altında bir evrenin elde edilmesi için yapılacak çalışmalar tasarım bilimini oluşturur.

Tasarım, bir ürünün en ekonomik biçimde imal edilebileceği noktaya kadar bu ürünün tanımlanmasını içerir. Bu, mühendisliğin merkezinde yer alan önemli bir iştir ve mühendislerin büyük bir bölümü, tasarım sürecine katılır. Tasarım, geniş bir bilgi ve beceri yelpazesine ihtiyaç duyar. Gerekli olan bilgi ve becerinin bir kısmı tekniktir; ama çoğu birikime bağlıdır.

Tasarımın başlıca öğeleri; sorun çözme, uzmanlaşma ve kendine güvendir. Tasarımı yapan kişinin, teknoloji uzmanlarından destek alması gerekir. Ama boş, beyaz bir kağıt üzerine hangi çizginin ilk olarak çizileceğini belirleyen hiçbir bilimsel teknik yoktur. Tasarıma katkıda bulunan bilim, ciddi bir değişiklik gösterir. Sözelimi, entegre bir devrenin tasarımı, büyük ölçüde kuramsal anlayışa bağlıdır ve bilgisayar yardımı olmaksızın üstesinden gelinebilir. Diğer taraftan, mekanik bir aletin tasarımı, ilkesel olarak tasarımı yapan kişinin kişisel deneyimine bağlıdır ve gerekli olduğu durumlarda elle çizilebilir. Buna karşın tasarım, bütün durumlarda değer yargısına ve gelişkin bir estetik anlayışa ihtiyaç duymaktadır. Üst düzey bir yaratıcılık ve fiziksel dünya hakkında köklü pratik bilgi, tasarımın besleyici kaynaklarını oluşturur.

Tasarım bir yaratma sanatıdır. Akıl ve bilgi ile yoğrulmuş düşünce yaratma süreci içinde sembolik bir ifade ile sonuçlanır. Yaratıcılık; çizgiyle, renkle, noktayla veya başka bir araçla sembol haline getirilmedikçe anlamsızdır.

Her ürün belli bir amaca hizmet etmesi için ortaya konur. Bu nedenle yaratıcılığın bu amaca hizmet etmesini sağlamak gerekir. Yaratıcılığın kontrol altında tutulması, istenilen sonuca ulaşılmasını sağlamak için gereklidir. Tasarımın değerlendirilmesi aşaması bu kontrolü sağlayan süreçtir.

Tasarımın değerlendirilmesi günümüzde tasarlama sürecinin bölünmez bir parçası haline gelmiştir. Yeryüzünde insanın varlığından söz edildiği günden bugüne dek değerlendirme bilinçli veya bilinçsiz olarak yapılmaktadır. Tasarımın değerlendirmesinin sistematik bir biçimde gerçekleşmesi yirminci yüzyılın son elli yılına rastlar.

Günümüzde 19. yüzyılın el işçiliğine dayanan üretime yönelik tasarım anlayışından vazgeçilmiş, kitlesel üretime yönelik endüstri ürünlerinin tasarımına geçilmiştir. El işçiliği aza indirgenmiş, böylelikle maliyet aşağılara çekilirken üretimde makina kullanımı gündeme gelmiştir.

Tasarım bugün artık dünya ekonomisinde önemli bir güç olmuştur. Gelişmiş ülkeler bu gelişimlerini endüstrileşmeye borçlu iken gelişmekte olan ülkeler de hızla endüstrileşmeye

yönelmektedir. Artık endüstrileşme kavramı dolayısıyla, tasarım gelişmenin anahtarı olarak görülmektedir.

Her tasarım süreci kendisine ait kişisel bir tarihe sahiptir. Hemen hemen bütün projeler için bu aynı şekilde devam eder. Bilgilerin nasıl elde edildiği, özel problem durumlarına uyacak şekilde bu bilgilerin yorumlanması ve uygulanması, proje amaçlarını gerçekleştirirken tasarımcıların vermek zorunda oldukları kararlar dizisinin ve karar verme tarzının, tasarlama eylemi sonucunda elde edilen tasarım ürününü nasıl etkilediğinin belirlenmesi tasarlama sürecinin kapsamı içindedir (2).

2.1.2 Tasarım Süreci

İşletmecilikte tasarım; araştırma ve geliştirme çalışmalarının ekonomik bir sonuca ulaştırılmasına yöneliktir. İşletmelerin en önemli yapısal (stratejik) kararlarının başında, yeni ürünlerin geliştirilmesi, tasarımı ve seçimi yer alır. Daha sonra da, bu ürünleri üretecek üretim sistemlerinin tasarlanmasına sıra gelir. İşletmelerde ürün ve üretim sistemlerinin tasarımını etkileyen başlıca etkenleri beş ana grup içinde toplamak mümkündür:

1. Amaç ve politikalar,
2. Pazarlama stratejileri,
3. Ürüne ilişkin tüketici istekleri,
4. Ekonomik değerlendirmeler,
5. Üretim olanakları.

Bilindiği gibi, işletmenin üretim kalitesine, üretim miktarına, üretim maliyetine ve üretim zamanına ilişkin amaç ve politikaları vardır. İşletmenin izlediği politika, rakiplere oranla daha iyi kalitede mal veya hizmet üretip pazarlamaksa, üretim süreci tasarımında zaman, miktar ve maliyet etkenleri ikinci planda kalacaktır. Bu durumda bütün ağırlık kaliteye verilecek, üretim zamanından ve üretim maliyetinden, kaliteyi düşürmeyecek şekilde tasarruf sağlanmaya çalışılacaktır. İşletmenin genel amaç ve politikası, rakiplere oranla daha düşük fiyatla mal pazarlamaksa, bu kez ağırlık maliyet azaltmaya verilecek, diğer etkenler ikinci planda kalacaktır.

İşletmenin pazarlama stratejisi, üretim süreci tasarımını etkileyen önemli etkenlerden birisidir. Üretim süreci tasarlanırken, seçilen hedef pazara uygun pazarlama karması elemanlarının oluşturulması, aslında, ürün tasarımı anlamına gelir. Tasarımda yalınlığın gözetilmesi, parçaların montajında basitliği sağlamakta ve üretim maliyetini düşürmektedir. Bu da pazarlama karması oluşturmayı, fiyat değişkeni açısından kolaylaştırmaktadır. Örnek olarak IBM 1988 öncesinde, matriks yazıcıları, dünyanın en düşük maliyetli üreticisi olan Japon

Seiko işletmesinden satın almaktaydı. 1988 yılından sonra IBM, daha yalın bir tasarım yaparak, kendi yazıcılarını üretmeye başlamıştır. Yeni tasarlanan yazıcı, % 65 oranında daha az parçadan oluştuğu için montaj süresinden % 90 tasarruf sağlanmış ve bu yolla üretim maliyeti düşürülerek, pazarlama üstünlüğü sağlanabilmektedir.

Ürüne ilişkin etkenler, ürünün işlev olarak, kullanım olarak, dayanıklılık ve güvenilirlik olarak, estetik ve görünüm olarak boyutlarıyla ilgilidir. Ürünün kullanılması kolay olmalı ve görünüm olarak tüketicileri doyuma ulaştırmalıdır. Son yıllarda, özellikle dayanıklı tüketim mallarının tasarımında, ürüne ilişkin birçok değişkenden yararlanılmaktadır. Örnek olarak elektrik süpürgesine halı yıkama özelliği kazandırmak, cep telefonuna telesekreter işlevi yüklemek, televizyona teletext ve telefaks işlevi eklemek, bilgisayara televizyon ve faks işlevleri monte etmek ve benzeri birçok yenilik, üreticilere belirli bir rekabet üstünlüğü sağlamaktadır. Dolayısıyla, bu ürünlerin üretiminde de, düne oranla bugün, daha esnek üretim sistemleri kurma zorunluluğu vardır.

Mal ve hizmet üretiminin temel amacı ekonomik boyutludur. Tasarlanmakta olan mal veya hizmetin, hangi fiyattan ne kadar satılabileceği tahmin edilerek, sağlayacağı kar hesaplanmalıdır. Karı artırmak için, satış miktarı ile satış fiyatının yüksek olmasına çalışılırken, üretim maliyetinin de düşük tutulmasına çaba gösterilmelidir. Dolayısıyla, üretim sistemi tasarlanırken, kısa, orta ve uzun dönemde rekabet üstünlüğü sağlayacak ve karı artıracak teknolojilere ağırlık verilmelidir.

Üretim süreci tasarımını etkileyen bir başka etken de, üretim olanaklarıdır. Üretim sistemi geliştirilirken, üretimde kullanılacak malzemenin, teknolojinin ve işçiliğin de tasarlanması gerekir. İşletmenin elindeki olanaklara göre, ürünün üretiminde kullanılacak malzeme, teknoloji ve işçilik planlamasına gidilir. Bu aşamada, işletmenin finans bölümüyle, satınalma bölümüyle yakın ilişkiler kurmak gerekir. Üretim sistemi tasarımının her aşamasında, iç ve dış çevrelerle etkili bir iletişim sağlanmalı, ürün tasarımında yapısal bir hata yapılmamalıdır (Şahin ve Berberoğlu, 2001).

Tasarım süreci, tasarımcı ve organizasyon açılarından ayrı ayrı ele alınır:

- Tasarımcının tasarlama süreci,
- Organizasyonel tasarlama süreci.

Bu iki yaklaşım şekline birincisi, ikincinin içinde vardır. Ancak, ikincisi de birinciyi göz önüne almak zorundadır. Diğer taraftan birinci de ikinciyi ihmal ederse başarıya ulaşamaz.

2.1.2.1 Tasarımcının Tasarlama Süreci

Bir tasarımcının tasarlama süreci şu basamaklardan oluşur:

Hazırlık: Bilginin bilinçli olarak toplanması, tasarımcının kendi deneyimini artırmak amacıyla yaptığı bütün eylemler, bu kapsam içine girer. Tasarımcı, tasarlama ile ilgili olarak daha önceki birikimlerine de dayanarak organizasyon içinden ya da dışından gelebilecek bilgilere başvurur. Yönetici, pazarlama, literatür, benzer örnekler, uzman, üretim bilgileri bu kapsam içinde ele alınabilir.

Kuluçka Süreci: Hazırlık aşamasında bilgi alındıktan sonra üzerinde çalışılan tasarım konusu dışında, tamamen ilgisiz bir konuda çalışma ya da dinlenme sırasında zihinde meydana gelen oluşuma “kuluçkalanma” denilmektedir.

Aydınlanma: Kuluçkalanma aşamasını takiben birden bire bazı fikirlerin akla gelmesine “aydınlanma” denilmektedir. Yeni bir buluş ve yeni bir şeyin bulunması için önceki aşamaların çok çalışarak geliştirilmesi gerekmektedir. Aydınlanma, belirli bilgiler arasında sentez yapmaya dayanır. Bu bilgiler önceden olmazsa sentez de yapılamaz.

Gerçekleştirme: Fikir kabul edilir ve esas biçimini alır. Aydınlanma sonucunda ortaya çıkan fikrin uygulamada olup olmayacağı tartışılır. Bu aşama “fikrin gerçekleştirilmesi” adını alır.

2.1.2.2 Organizasyonel Tasarlama Süreci

Tasarımın firma içinde ele alınışı farklı bir yapı göstermektedir. Ürün fikrinin ilk ortaya çıkışından başlayarak ürünün tüketilip hammadde olarak geri dönüşüne kadar geçen aşamaların hepsinin tasarım üzerinde etkisi vardır. Bu nedenle bu aşamaların ayrı ayrı ve birbirleriyle ilişkilerinin incelenmesine gerek vardır. Bugünkü endüstriyel gereksinimler ve rekabet ortamı şartları artık farklı yapılanmaları gerektirmekte ve tasarım süreci, firma organizasyonu ile bir bütünlük içinde ele alınmaktadır.

Bir başka görüşe göre tasarım süreci şu adımlardan oluşmaktadır:

- İhtiyacın farkına varılması,
- Problemin tanımlanması,
- Bilgi toplama,
- Kavramsallaştırma,
- Geliştirme,
- Uzlaşma.

İhtiyacın farkına varılması: İşletmelerde ihtiyaçlar birçok noktada tanımlanmıştır. Birçok işletmede yeni fikirler üretmek amacıyla kurulmuş olan Ar-Ge laboratuvarları mevcuttur. Tanımlanmış olan ihtiyaçlar, operasyonlar esnasındaki sorunların tanımlanmasıyla, servis personelinin ve müşterilerin satış ve pazarlama süreçlerini de kapsayacak şekilde belirttiği sorunlardan oluşur. İhtiyaçlar genellikle mevcut durumda meydana gelen memnuniyetsizlikten oluşur. İhtiyacın farkına varılmasıyla maliyetlerin düşürülmesi, güvenilirliğin veya performansın artması veya hep aynı ürünü tüketmekten bıkmış olan müşterinin tatmini sağlanır.

Problemin tanımlanması: Tasarım prosesinin en kritik noktası problemi tanımlamaktır. Çünkü, ilk bakışta göze görünen problem her zaman problemin kendisi olamayabilir. Bir problem tanımlanacağı zaman mümkün olduğunca en geniş bakış açısıyla bakılarak tanımlanmaya çalışılmalıdır. Böylece problem tanımlamak için değişik yollara başvurmaya gerek kalmaz. Problem tanımlamada ve çözümdede düşülmemesi gereken hatalardan biri, çözümün problemin içinde olduğunu düşünerek çözüme varmaya kalkışmaktır. Bu yolla problem çözmeye çalışırken çözüm yollarının içerisinde sıkışıp kalınabilir. Problemin tanımlanması, problemle ilgili bütün bilinen verilerin bir sıra halinde rapor olarak yazılmasıyla başlamalıdır. Bir problem çözümünün geliştirilmesinde belki de en iyi yol problemin ilk oluşma evresinden itibaren izlenerek problemle ilgili yeterli bilgi toplandıktan sonra problem analizine geçmektir. Böylelikle daha detaylı bir tanım elde edilir.

Bilgi toplamak: Tanımlanmış problemle ilgili bilgi toplamak için şu sorular sorulmalıdır:

- Bilgi nereden bulunabilir?
- Bilgi nasıl alınabilir?
- Elde edilen bilgi ne kadar doğru ve güvenilir?
- Toplanan bilgi spesifik ihtiyaca cevap verecek şekilde nasıl yorumlanabilir?
- Ne zaman yeterli bilgi toplanmış olur?
- Bu bilgilerden hangi sonuçlar çıkartılabilir?

Kavramsallaştırma: Kavramsallaştırma adımı bir ihtiyacı karşılamak üzere yapılan bir tasarımı oluşturan elemanlar, mekanizmalar, prosesler veya konfigürasyonlar tanımlanır. Böylece yaratıcılık da güçlendirilmiş olur.

Genellikle, tasarım ile ilgili kavram oluştururken bir model izlenir. Bu model, analitik ve deneysel olmak üzere iki adımdan oluşur. Çoğu mühendislik uygulamasında tasarımlar analitik modelleme kullanılarak yapılır. Ancak deneysel modellerin kullanımı analitik modele göre daha azdır. Kavramsallaştırmanın en hayati bakış açısını “sentez” oluşturur. Sentez,

tasarım kavramını oluşturan elemanları doğru ve istenilen boy ve boyutta düzenlemektir. Sentez, yaratıcı bir proses olup her tasarımda bulunur.

Tasarım çok bireysel bir olgudur. Başarılı bir tasarımın nasıl olduğunu tanımlayan katı kurallar yoktur ve bu konu hakkında da ne yazık ki hiçbir zaman yeterli kaynak olmamıştır. Ama kısaca iyi bir tasarımın nasıl olması gerektiği aşağıdaki ana hatlar ile kabaca belirlenebilir:

- Başka yaklaşımları incelemekten ve bunlara ihtiyaç duyma gereği olmadığı sürece geleneksel tasarım proseslerini izlemeyin.
- Tasarımı yaparken kullandığınız malzemeleri bir araya getirin.
- İçinden çıkamayacağınız kadar karmaşık bir tasarım taslağı ile karşı karşıya kalırsanız problemi ufak parçalara bölerek çalışmaya devam edin.
- Bilimsel gelişmeleri takip ederek bunları yaptığınız tasarımlarda mümkün olduğunca uygulamaya koymaya çalışın.
- Bilim adamları ve analistler tarafından ciddiye alınmayan veya önemsenmeyen tasarımları göz önünde bulundurarak tasarım yapmayın.

Geliştirme: Tasarımın geliştirilmesi adımı tam ve eksiksiz olmalıdır. Bu adım, detaylı hesaplamalar daha ziyade bilgisayar yardımıyla yapılan hesaplamalar ile analitik model üzerinden tasarımı içerir. Tasarımın her evresinde en önemli olan şey kontroldür. Genelde, kontrol iki şekilde yapılabilir: Matematiksel kontroller ve mühendislik kontrolleri. Matematiksel kontrollerde, analitik modelde kullanılan aritmetik ve eşitlikler gözden geçirilir. Mühendislik kontrolleri ise matematiksel kontrollerden farklı olarak daha çok tasarımı yapan mühendisin tecrübesine ve hislerine dayanır. Böylelikle bir tasarım aşamasında, mühendis bir sonraki tasarım evresine geçmeden evvel kendi tecrübelerine dayanarak doğru bir iş yapıp yapmadığına karar verebilir.

Uzlaşma: Tasarımın amacı müşterinin ihtiyaçlarını karşılamaktır. Bu yüzden, sonuna gelinmiş bir tasarımda mutlaka bir uzlaşmaya varılmalıdır yoksa anlam ve önemini yitirir. Tasarımın son aşaması olan uzlaşma hem sözlü olabilir hem de müşteriye yazılı bir rapor olarak iletilebilir. İyi yürüyen bir tasarım projesinde proje yürütücüsü ile müşteri arasında sürekli olarak devam eden sözlü ve yazılı diyalog vardır (2).

2.1.3 Tasarımda Ussallık

Bilindiği gibi, belirli bir sonucu, en az kaynak kullanarak gerçekleştirme çabalarına ussallık (akılcılık = rasyonellik) ya da ekonomiklik denir. Ürün ve üretim sistemi tasarımında, ussallık ilkelerine bağlı kalmak gerekir. Bu konudaki başlıca ussallık ilkeleri; standartlaştırma, yalınlaştırma ve kodlamadır.

Standartlaştırma: Bir ürünün veya onu oluşturan parçaların boyut, biçim, performans ve kalite özelliklerinin; endüstri kolu, ülke veya dünya ölçüsünde olmak üzere önceden saptanmış değerlerine standart, bu amaca yönelik çalışmalara da standartlaştırma denir. Standartlaştırmanın en belirgin yararı satın almayı, stoklamayı, bakım-onarımı, montaj işlemlerini ve pazarlamayı kolaylaştırmasıdır. Malların endüstri, ülke ve dünya standartlarına uygun olarak üretilmesi; bütün endüstride, bütün ülkede ve bütün dünyada kullanılabilmesine olarak sağlar. İşletmeler, son yıllarda giderek artan bir oranda ISO 9000 Serisi Standartları kullanmaya başlamışlardır.

Yalınlaştırma: Bir ussallık önlemidir. İşletmelerin, ürettikleri malların çeşidini ve bu malların üretildiği üretim sürecini, ekonomik amaçlarla sınırlandırmalarına ve ussallaştırmalarına yalınlaştırma denir. Kaynak israfını önlemek, enerji tüketimini azaltmak, daha kaliteli ve güvenilir ürünler üretmek, çevre kirliliğini en aza indirmek, kısaca karlılığı artırmak için işletmeler, her türlü yalınlaştırmayı tasarlamak durumundadır.

Kodlama: Ürün ve üretim sistemi tasarımını kolaylaştıran önemli etkenlerden biri de kodlamadır. Bir ürün, bazen, binlerce parçadan, ham ve yardımcı maddeden ve işletme malzemesinden oluşur. Ürün tasarımı aşamasında, bunların tek tek belirlenerek, birbirinden kolayca ayırt edilebilmesi gerekir. Bu ayırt etme işleminin sözcüklerle veya isimlerle yapılması, özellikle çok çeşit üreten işletmelerde, karmaşıklık ve hatalara yol açar. Ayrıca stokların bilgisayarla izlenmesi durumunda kodlama, kaçınılmaz bir zorunluluktur.

Bir işletmenin fiziksel ve fiziksel olmayan varlık ve eylemlerinin değişik ölçülere göre sınıflandırılarak harf, rakam veya sembollerle ifade edilmesine kodlama denir. Kodlamayla, işletmelerdeki varlıklar, hammaddeler, yardımcı maddeler, malzemeler, parçalar, iş emirleri, üretim bölümleri, maliyet öğeleri, çalışanlar, ücretler, kolayca birbirinden ayırdedilip, stoklanır ve istenildiği zaman üretim sürecine gönderilir (Şahin ve Berberoğlu, 2001).

2.2 Ürün Geliştirme Sürecinin Amacı

Ürün geliştirmenin amacı, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan bir ürünün ortaya çıkarılmasıdır. 90'lı yıllardaki ürün geliştirme stratejilerine göre müşterinin gereksinim duyduğu bir ürün; hedeflenen kalite ve maliyet unsurlarını taşımalı, ürün ile birlikte bir takım yenilikler sunulmalı ve bu yeni ürün tam zamanında pazara sunulmalıdır. Müşterinin gereksinim duyacağı ürünü yukarıda verilen hedefler doğrultusunda geliştirmek firmanın hedefidir, yani iş stratejisi olmak durumundadır.

Ürünleri başlıca iki grupta değerlendirmek olasıdır. Birinci grupta orijinal ve yeni ürünler olarak adlandırabileceğimiz ve geleceğin iyi algılanması ile yönelinen, işletmenin gerçeklerine ve uzmanlık alanına uygun ürünler yer alır. Burada ürünün her açıdan sıfırdan tasarlanması söz konusudur ve yapılacak çalışmalar uzun ve yorucu olacaktır. İkinci gruptaki ürünler ise işletmenin ürün portföyünde yer alan, ancak pazardaki gelişme ve değişikliklere bağlı olarak sürekli geliştirme çalışmalarına konu olacak nitelikteki ürünlerdir (Demiryol, 1999).

Pazarların bölünmesi, hızlı teknolojik ilerlemeler, ürün yaşam sürelerinin kısalması ve yoğun global rekabet gibi trendler artık birçok pazar için yığın üretim anlayışını olanaksızlaştırmıştır. Bu pazarlarda farklı müşteri gruplarının gereksinimlerine cevap verebilecek bir ürün grubu sunmak çok daha başarılı olacaktır. Örneğin, Sony firması böyle bir strateji ile pazardaki lider konumunu korumaktadır. Sony firmasının sunduğu her ürün tamamen yeni değildir. Tasarım ve üretim mühendislerinden oluşan gruplar temel bir tasarım üzerinde çalıştıktan sonra bu tasarımın birçok varyasyonlarını denemektedirler. Çok sayıda ürün grubu ile donanmış firma, tüketici tercihlerindeki farklılıklara kolayca yanıt verebilmektedir. Sony, Walkman grubuna bir dizi yenilik ve teknolojik gelişmeleri ekleyerek müşterilerinin gereksinimlerini sürekli tatmin edebilmekte ve ürün hattını koruyabilmektedir. Şu an yalnızca Amerika'da orijinal Walkman'ın 20 farklı çeşidinin piyasada olduğu bilinmektedir. Her yeni model, orijinal model üzerinde yapılan bir değişiklik ile ortaya çıktığından, yeni modeller Sony'nin üretim yöntemleri ile çok hızlı biçimde üretilip piyasaya sürülmektedir.

Aynı biçimde hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin de rekabet güçlerini koruyabilmeleri için mevcut ürünlerini iyileştirmeleri, yeni ürünler geliştirmeleri gerekmektedir. Örneğin, yıllarca Fast-Food alanında lider olan Mc Donald's son zamanlarda yoğun rekabetin etkisini hissetmeye başlamış ve bu alanda kalite amaçlı tasarımlar yapmayı zorunlu görmüştür. 10-20 dakika gibi bir sürede pişen sandviç ekmeği, Mc Donald's müşterisi için oldukça uzun bir süreyi ifade etmektedir. Firmanın mühendisleri, fırın üreticileriyle birlikte 5 dakikadan kısa sürede pişirebilecek bir fırın geliştirmek için 5 yıl; yine bu sürede pişirebilecek hamuru geliştirmek için ise 7 yıl gibi bir süre harcamışlardır (Doğan, 2000).

Ürün geliştirme düşüncesi müşteri, pazarlama personeli, mühendisler, üretim personeli gibi değişik kaynaklardan elde edilebilir. Varolan ürünü geliştirme düşüncesinin dışında yeni ürün düşüncesinin dayanağı ise ürün kalitesi ve güvenilirliğini artırmak, ürün/proses geliştirme süresini düşürmek, tasarım ve mühendislik maliyetlerini düşürmektir (Demiryol, 1999).

2.3 Ürün Geliştirme Sürecinin Önemi

Ürün geliştirme fikri insanlık tarihi kadar eski bir fikirdir. Ancak tarihe baktığımızda ürün geliştirme olgusunun bugün taşıdığı anlam ve yüklendiği değerin hiç bir zaman bugün olduğu kadar önemli olmadığını görürüz.

Yeni ürün geliştirme faaliyeti pratikte iki unsura bağlıdır (Demiryol, 1999):

- Her işletme değişen pazar koşullarına tepki vermek durumundadır. Çünkü, ürün portföyünde yer alan mevcut eski ürünler geleceği garanti altına almak konusunda yetersiz kalmaktadır.
- Her işletmenin bir büyüme stratejisi vardır ve bu çerçevede pazarda mevcudiyetini devam ettirebilmek için yeni ürünlere gereksinim duyar.

Ürün veya hizmet üreten şirketlerin pazarda rekabet edebilirliği, geliştirdikleri veya pazara sundukları ürün ve hizmetlerin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Pazarda rekabet edebilmek açısından Yeni Ürün Geliştirme Sürecinin etkinliği kuruluş için en can alıcı başarı koşullarından biri olarak ortaya çıkmaktadır. Hızlı, hatasız ve müşteri isteklerine dayanan bir ürün geliştirme süreci, yaratılan ürün ve hizmetler vasıtasıyla şirkete pazar başarısını da beraberinde getirecektir (Ünsal, 1997).

Kısaca günümüzün en önemli rekabet unsuru, teknolojik yenilikleri ve pazardaki değişimi dikkate alarak, yeni ürünün geliştirilmesi ya da mevcut ürünün iyileştirilmesidir. Yeni bir ürünü geliştirmek, maliyet, kalite ve pazara sunma zamanı gibi birbirleri ile çelişkili görünen üç önemli faktörün dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu üç faktörü en iyi biçimde bir arada değerlendirebilen işletmeler rekabet yarışında öne geçebileceklerdir. Bir fikri yeni bir ürün veya hizmete dönüştürmek çoğu kez pahalı ve uzun zaman gerektiren bir süreçtir. Bir ürün fikrinde önemli değişiklikler yapmanın maliyeti, ürün geliştirme faaliyetleri ilerledikçe katlanarak artmaktadır. Bu nedenle, rakiplerine karşı üstünlük sağlamayı hedefleyen işletmelerin ürün ya da hizmeti geliştirme yöntemlerini hızlı ve etkin seçmeleri gerekmektedir (Doğan, 2000).

Yeni ürün geliştirme sürecinin etkinliği ile doğrudan ilişkili iki unsur olarak etkin bir proje yönetimi sistematığının ortaya konması ve süreç içerisindeki fonksiyonların (satış, tasarım, üretim, kalite vb.) birbirleri ile olan iletişim kabiliyeti göze çarpmaktadır (Ünsal, 1997).

Etkin bir ürün geliştirme stratejisinin uygulanabilmesi için şunlar gereklidir (Demiryol, 1999):

- Müşteri odaklı olmak
 - Sürecin başı “pazarlama planı”na dayandırılmalı,
 - Söz konusu ürünü kullanacak olan tüketici segmenti tanımlanmalı, segmentin ürün içerisinde ayırtedici özellikleri belirlenmeli (segmentasyon),

- Söz konusu segment içerisinde rakip ürünlerin, mevcut ürünlerin ve yeni ürünün konumları belirlenmeli (konumlandırma),
- Tüketici önem ve memnuniyet anketleri her seviyede yapılmalı ve gelişimi takip edilmeli,
- Ürün geliştirme süreci içerisinde kritik noktalarda nihai tüketicilerin ve bayilerin görüşleri alınmalı,
- Ürünün pazara çıkmasından itibaren ürün yaşam eğrisi içerisindeki ömür çevriminin sonuna kadar gelişimi takip edilmeli, sürekli iyileştirme yapılmalı.
- Rekabet odaklı olmak
 - Aynı segment içerisindeki rakip ürünlerin özellikleri analiz edilmeli,
 - Tüketicinin rakip ürünler ile ilgili önem ve memnuniyetleri anketler ile izlenmeli,
 - Rakiplerin ürün ve pazar stratejileri izlenmeli, muhtemel eylemlere karşı stratejiler geliştirilmeli.
- Proses ve proje bazlı organizasyon
 - Ürün geliştirme projelerinde “proje yönetim teknikleri” etkin olarak uygulanmalı,
 - Ürün proje ekibi fonksiyonlar arası oluşturulmalı,
 - Ekip lideri ve proje sponsoru belirlenmeli,
 - Projelere aktif katılım sağlanmalı,
 - Performans yönetim sistemi proje bazlı yönetim sisteminde de uygulanmalı.
- Ürün geliştirme sürecinin sürekli olarak gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi
 - Süreç performans göstergeleri tanımlanmalı,
 - Göstergeler benchmark (karşılaştırma) edilmeli,
 - Hedef performanslar belirlenmeli.

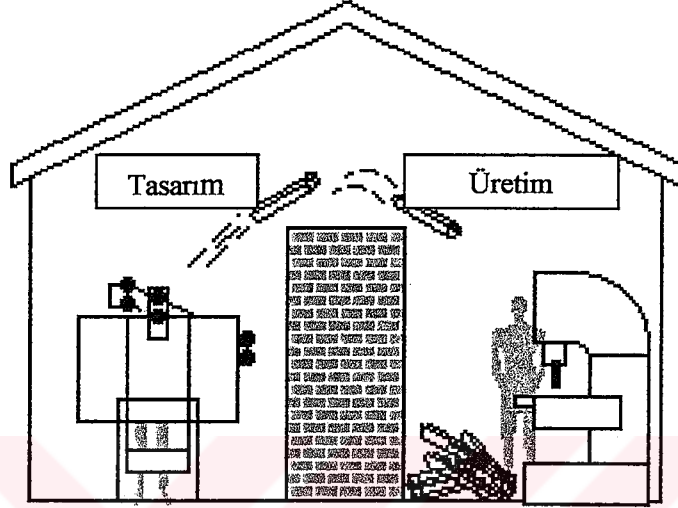
2.4 Klasik Ürün Geliştirme Süreci

Literatürde “Klasik Ürün Geliştirme Süreci” yerine aynı anlama gelen “Ardışık Ürün Geliştirme Süreci”, “Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi” veya “Sıralı Mühendislik” gibi çok sayıda aynı anlama gelen isim kullanılabilmektedir. Aşağıda bu yöntemin işleyiş şekli, aşamaları ve günümüz üretim ortamında neden ihtiyaçları karşılayamadığı yer almaktadır. Bu çalışmada klasik ürün geliştirme süreci için Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi tanımlaması kullanılacaktır.

2.4.1 Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi

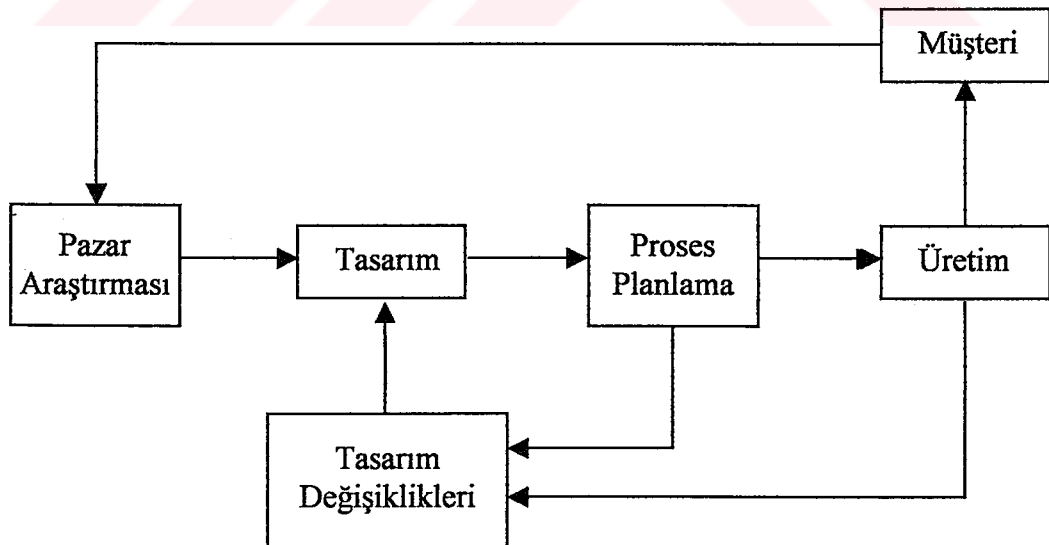
Ardışık ürün geliştirme yöntemi, yeni bir ürün ve üretim sürecinin tasarımında kullanılan en eski yöntemdir. Bu yöntem tasarımın ancak bir aşaması tamamlandıktan sonra bir diğer aşamasına geçmeyi öngörmektedir. Bu sistemde genellikle tasarım bölümü üretim ve pazarlama gibi bölümlerden bağımsız olarak çalışır ve tasarım tamamlandığında bunu üretim mühendisliğine devreder. Şekil 2.2’de Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi şematize edilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere tasarım işinden sorumlu olan tasarımcı ürünün tasarımını

yaptıktan sonra ürünle ilgili bilgileri üretim bölümüne gönderir. Departmanlar birbirlerinden kesin sınırlarla ayrıldığından dolayı departmanlar arasında fiziki sınırlar vardır. Şekilde bu durum iki departman arasında yer alan duvar ile gösterilmiştir. Bu yüzden Ardışık Ürün Geliştirme Sürecine, Duvar Üzeri Mühendislik adı da verilmektedir (Shenas ve Derakhshan, 1994).



Şekil 2.2 Ardışık ürün geliştirme yöntemi (Oscarsson, 2000)

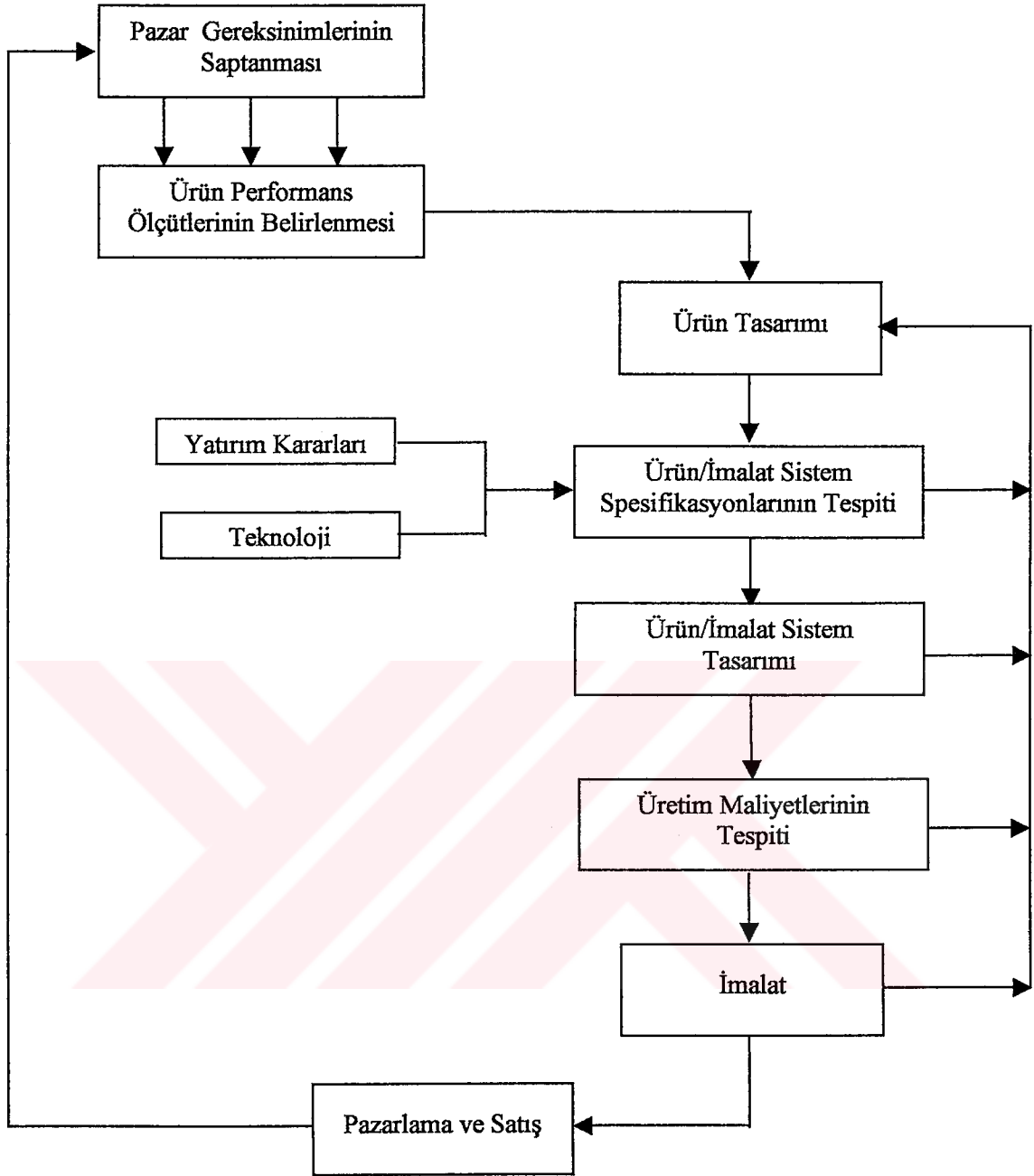
Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi çevrimini Şekil 2.3’de ki gibi basit olarak gösterebiliriz (Sullivan ve Parsaei, 1993).



Şekil 2.3 Ardışık ürün geliştirme çevrimi (Sullivan ve Parsaei, 1993)

2.4.2 Ardışık Ürün Geliştirme Yöntemi Aşamaları

Ardışık ürün geliştirme sürecinin detaylı olarak aşamaları Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Ardışık ürün geliştirme süreci aşamaları (Bayraktar, 1997)

Öncelikle müşteri ve pazar gereksinimleri saptanır. Bir tasarımın başarılı olduğunun göstergesi olan kriterler belirlenir. Bu esaslar baz alınarak ürünün tasarımı yapılır. Gerekli analizler ve mühendislik çalışmaları gerçekleştirilir. Yapılan tasarım başta ortaya konan esaslara göre değerlendirilir. Gerekli görülürse değişiklikler yapılır. Eğer sonuç olumlu ise, tasarım üretilmek üzere imalata sunulur. İmalat mühendisleri önerilen tasarımları inceleyerek, nasıl bir imalat sisteminin kurulmasının uygun olacağını tartışırlar. Mevcut olanaklar böyle bir imalat/üretim sistemine uygun değilse, ek yatırım olanakları araştırılır. Teknolojik olanaklar ve yapılabilirlikler de gözden geçirilir. Ürün tasarımında mevcut imalat olanaklarıyla çelişen hususlar varsa modifikasyonlara gidilebilir. Sonuçta bir imalat, sistem

tasarımıyla ortaya çıkılır. Söz konusu ürün için maliyet analizleri de gerçekleştirilir. Eğer ürün istenen maliyet limitleri içinde değilse, bunun kaynakları araştırılarak giderilmesine veya mühendislik hizmetleri, imalat ve pazarlama bölümleri arasında bir uzlaşmaya gidilmesine çalışılır. Artık ürün imalat aşamasına gelmiştir. Ancak hala imalat sürecinde tasarımla alakalı bir takım sorunlarla karşılaşılabilir. Bunlar, gerek üründe gerekse imalat yöntemlerinde yapılacak değişikliklerle giderilmeye çalışılır. Nihayet imalatı gerçekleştirilen ürün, pazarlama ve satış bölümlerinden geçerek müşteriye sunulur. Tasarımda değişiklik yapılmasına dair istekler, müşteri geri beslemelerine dayanarak hala gündeme gelebilir. Bunun sonucunda da tasarım ve imalat sistemlerinde değişikliklere gidilmesi doğal karşılanır (Bayraktar, 1997).

2.4.3 Ardışık Ürün Geliştirme Yönteminin Dezavantajları

Batılı endüstrilerde, toplam ürün maliyetlerinin % 70'inin daha tasarım sırasında belirlendiği gözlenmiştir. Bunun anlamı, tasarım değişikliğine gidilmeden önce yapılabilecek tüm iyileştirmelerin ürün maliyetlerinin % 30'unu geçemeyeceğidir. Tasarımda bunca iyileştirme potansiyelinin varlığı Şekil 2.4'de rahatça görülebilen farklı aktiviteler arasındaki etkileşimin gözardı edilmesinde yatmaktadır. Bu, "olmadı, sil baştan yap" tarzı bir yaklaşımdan kaynaklanmaktadır. Tasarım aşamasında imalata ilişkin hususlar doğrudan dikkate alınmamakta, pek çok kişinin katılımını gerektiren böyle bir çalışma grubunda çoğu kez, müşteri gereksinimleri gözden kaçırılmaktadır. Üretilebilirlik, güvenilirlik, kullanılabilirlik ve satış sonrası hizmetler birbirinden bağımsız düşünülmektedir. Çoğunlukla da maliyet kalemleri tasarımcıların en az üzerinde durduğu konular olmaktadır. Ardışık tasarım anlayışında, her grup topu bir başkasına atarak ürünün başarılı olması için gerekli sorumluluktan kaçınmaktadır.

Tasarım, yaratıcı bir aktivitenin sonucudur. Formüle edilmesi ve belli bir sistematığa bağlanması güçtür. Ancak bu tasarım sürecinin iyileştirilemeyeceği anlamına gelmemelidir. Örneğin bir araba tasarım süreci ele alınacak olursa, farklı bölümlerden değişik insanların sorumlu oldukları bir ekip söz konusudur. Tasarımcıların üzerinde çalıştıkları her bir parçanın bir diğeriyle fonksiyonel ilişkisi olduğu düşünülürse, bunlar arasındaki iletişimin kalitesinin, süratinin ve anındalığının önemi açıktır. Tasarlanacak motor, hacim itibarıyla tasarlanan arabaya sığabilmelidir. Şanzıman, vites kolu ve bunların arabanın ana gövdesi üzerinde yer alacağı alanlar birbirleriyle uyumlu olmalıdır. Eğer bu gruplar birbirlerinden bağımsız tasarlanırlarsa, her biri kendi başına oldukça başarılı olsa bile bütün olarak araba, fonksiyonel olamayacaktır.

Ardışık ürün geliştirme sürecinin günümüz gereksinimlerine yanıt verememesinin başlıca sebepleri şöyle sıralanabilir (Bayraktar, 1997):

- Teknolojinin hızla ilerlemesi: Teknolojiden yararlanan firmalar hızla pazar paylarını yükseltmekte, teknolojinin dışında kalan kuruluşlar da artan rekabet koşullarının baskısını fazlasıyla hissetmektedirler.
- Ürünlerin yaşam çevrimlerinin kısalması ve piyasadaki ürün çeşitliliğindeki artış: Geç piyasaya sürülen, beklenenden daha pahalı olan ürünler artık istenmemektedir. Mevcut tasarım süreçlerini değiştirmeden hızlandırmaya çalışmak ise, kalite problemlerine yol açabilmektedir.
- Yeni bilgi teknoloji ve yöntemleri: CAD/CAM/CAE araçları ürünlerin daha yakından analizine ve teknik olarak daha kararlı tasarımlara olanak tanımaktadır. Üretim için tasarım (Design for Manufacturing-DFM) teknikleri, malzeme ve montaj maliyetlerini düşürmekte; kalite fonksiyon yayılımı (Quality Function Deployment-QFD) pazarlama, imalat ve mühendislik fonksiyonlarını bir araya getiren önemli bir araç olmaktadır.
- Tasarım fonksiyonlarının değişik bölümler arasında dağılması: Mühendislik, imalat ve pazarlama fonksiyonları ürün tasarımının değişik aşamalarında yer almakta, aralarındaki farklı bakış açıları, işletmede uzun tasarım sürelerine, yüksek maliyetlere, piyasa fırsatlarının kaçırılmasına ve işletme içi huzursuzluklara yol açmaktadır.

3. ÜRÜN GELİŞTİRMEDE EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK

Mühendislikte gerçekleştirilen en önemli fonksiyonlardan birisi ürün geliştirmedir. Ürünler, prosesler ve sistemler tasarlamak suretiyle oluşturulurlar. Tasarım sürecinde karşılaşılan en büyük zorluklardan birisi ürün, proses yada sistemin gerçek hayata yansıtılamayışdır. Örneğin; imalat mühendislerinin önüne konan bir tasarım planının, bu plan mevcut şartlar altında gerçekleştirilemez diyerek bir kenara bırakılması, o tasarım planını hazırlayan kişilerin harcadığı para ve zamanın boşa gitmesine neden olmaktadır (3).

Modern imalat sanayinde, ürünlerin oldukça yüksek kalite ve kısa üretim zamanlarında düşük maliyetle geliştirilebilmesi için ihtiyaç duyulan “Geri Besleme” olabildiğince erken ve tasarım safhasında olmalıdır. Endüstrinin vazgeçilmez unsurlarından olan tasarım ve imalatın, günün koşullarına cevap verebilecek şekilde yeniden yorumlanmaları bir zarurettir (5). Bu yüzden imalat ve tasarım süreçlerinin birleştirilmesi ve birbirleriyle ilişkili olarak eşzamanlı bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir (3).

Tasarım ve imalat birbiriyle ilişkili aktiviteler olarak, ancak “Eşzamanlı Mühendislik” yaklaşımıyla gerçek manada tümleşik hale getirilebilir. Ayrı ayrı görünen bu iki parçanın, ürün oluşumu kapsamında bir tümleşme sürecine girmesi, günümüzün acımasız rekabet ortamında bir gereklilik olmaktadır (5).

3.1 Eşzamanlı Mühendislik Kavramı

1980’li yılların başından itibaren bir yandan teknolojinin hızlı değişimi ve artan ürün karmaşıklığı gibi nedenlerle ortaya çıkan teknik problemler, öte yandan kuruluşların büyümesiyle ortaya çıkan idari ihtiyaçlar ve artan rekabet, firmalar üzerinde ürün geliştirme yöntemlerini iyileştirme yönünde bir baskı oluşturmuştur. Bu sorunlara bir çözüm olması açısından ardışık ürün geliştirme yaklaşımı terk edilmeye başlanmış ve farklı bir ürün geliştirme yaklaşımı olan Eşzamanlı Mühendislik ile ilgili ilk çalışmalar 1979 yılında Xerox, HP ve Ford gibi kuruluşlarda başlamıştır.

Eşzamanlı mühendislik konusunun sistematik olarak ele alınışı, 1982 yılında Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) tarafından başlatılan çalışmalar ile olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda 1988 yılında Institute for Defense Analyses (IDA) tarafından “The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition” isimli bir rapor (R-338) hazırlanmıştır. Bu raporda eşzamanlı mühendislik şu şekilde tanımlanmaktadır: “Eşzamanlı Mühendislik, ürünlerin ve üretim-ürün desteği de dahil olmak üzere bu ürünlerle ilişkili tüm

süreçlerin birlikte, eşgüdümlü ve eşzamanlı tasarımına yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, başta kalite, maliyet, program ve kullanıcı gereksinimleri olmak üzere, kavram aşamasından kullanımdan kaldırılmasına kadar geçen dönem süresince bir ürünü etkileyen tüm etmenlerin, başlangıcından itibaren tasarımcılar tarafından dikkate alınmasını sağlamayı hedefler.”

Ürün ve süreç (proses) tasarımlarının tümleştirilmesine yönelik, çok sayıda benzer kavram 1980’li yılların başından itibaren kullanılmaya başlanmış olmakla beraber “Concurrent Engineering” adı ve tanımı, IDA’nın 1988 yılında yayınlanan R-338 sayılı raporuyla literatüre yerleşmiştir (4).

80’li yılların sonunda adından bahsettirmeye başlayan eşzamanlı mühendislik, günümüzde önemli araştırma alanlarından biri olarak imalat teknolojisindeki yerini almıştır. Eşzamanlı mühendislik için, İngilizce’de “Concurrent Engineering”, “Simultaneous Engineering”, “Synchronous Engineering” gibi isimler kullanılmaktadır (Bayraktar, 1997). Ayrıca eşzamanlı ürün ve süreç tasarımı (concurrent product and process design), yaşam çevrimi mühendisliği (life cycle engineering), entegre edilmiş ürün ve proses geliştirme (integrated product and process design), paralel mühendislik (parallel engineering), disiplinler arası takım yaklaşımı (multidisciplinary team approach) ve daha pek çok isim altında eşzamanlı mühendislik ile aynı anlama gelmektedir (Sullivan ve Parsaei, 1993; Tanrıverdi, 1999).

Eşzamanlı mühendislik; uyumlu, maliyet-etkin üretim prosesleri ve ürün tasarımında kullanılan bir ürün geliştirme felsefesi ve tasarım metodudur (3). Diğer bir tanımla eşzamanlı mühendislik; bir ürün ile ilgili olarak kavram, tasarım, geliştirme, üretim ve işletmeye alma için gerekli teknoloji ve yönetim süreçlerinin entegrasyonu olarak ifade edilebileceği gibi şu şekilde genel bir tanım vermek de mümkündür: “Eşzamanlı mühendislik, özellikle müşterinin gereksinimlerine uygun olarak belirlenmiş ürünün (mal veya hizmet), tasarım, üretim, servis, pazarlama ve kalite kontrol disiplinlerinin bir arada çalışmaları yoluyla en az tekrarla, en kısa zamanda, en düşük maliyetle geliştirilmesi ve optimum maliyet-performans dengesine sahip olarak müşteriye sunulmasıdır” (4). Pazarlama, satın alma, kalite, üretim, teknik servis ve diğer departmanlardan temsilciler tasarım tavsiyeleri sunan ve bunları yeniden gözden geçiren takımlar halinde çalışırlar. Müşteri memnuniyeti, etkin maliyetli malzemeler, parça üretim kolaylığı, montaj kolaylığı, iyi performans, dayanıklılık ve güvenilirlik üzerinde araştırma yaparlar (3).

Eşzamanlı mühendislik, ürün, süreç ve pazarın aynı anda geliştirilmesine olanak tanıyan, yapısal bir ürün geliştirme sürecidir ve pazar gereksinimlerine odaklanmıştır. Müşteri

- Takım üyeleri arasında sıkı işbirliği, koordinasyon ve uyuma,
- Bilgi teknolojisi sisteminin yapıcı bir güç olarak eşzamanlı mühendisliği desteklemesi,
- Mühendislik, pazarlama ve imalat süreçlerini içeren formel eşzamanlı prosesin oluşturulması şeklindedir.

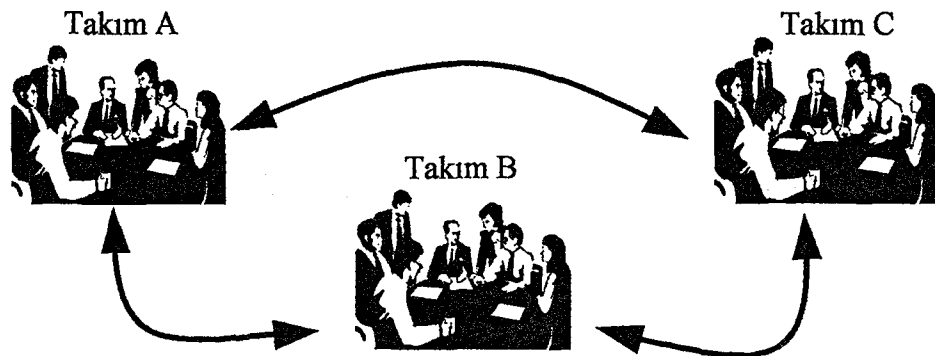
3.2.1 Takım Elemanları Arasında İşbirliği

Eşzamanlı mühendisliğin esaslarından birisi farklı disiplinlerden gelen uzmanların bir araya gelerek takım halinde çalışmasıdır. Fakat sadece değişik uzmanlık alanlarından gelen insanları bir araya getirmek başarılı bir eşzamanlı mühendislik takımı kurmak için yeterli değildir. Bunlar arasında sağlıklı ve sürekli bir iletişim ağının kurulması ve bunun yönetilmesi esastır. İlerleme ve ödüllendirme sistemleriyle, hedefler ve performans kriterleriyle ilgili altyapının da böyle bir eşzamanlı mühendislik çalışmasını destekler nitelikte olması gerekir. Yoksa klasik anlamda değişik departmanlardan gelecek bireylerin oluşturacağı, fonksiyonel bölünmelerin ortadan kaldırılamadığı bir grup insan, eşzamanlı mühendislik için bir ekip (takım) teşkil etmeyecektir. Her bir takım elemanı ürünün başarılı olduğunun göstergesi olan maliyet/performans kriterlerini, rekabet gücünü, ürünün zamanında teslimini benimsemeli ve fonksiyonel bölünmelerden uzak durmalıdır (Bayraktar, 1997).

3.2.2 Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı

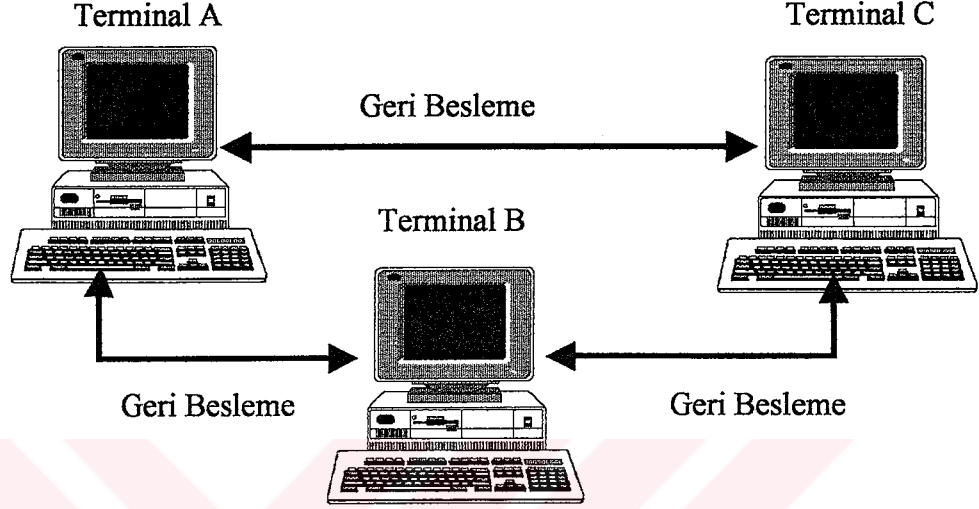
Eşzamanlı mühendisliğin endüstride uygulanması iki şekilde olur:

İlk yöntem, Şekil 3.2’de ki gibi ürünün oluşumuna etkisi olan ilgili mühendislik disiplinlerinden oluşan çalışma takımlarının oluşturulmasıdır. Her biri oldukça büyük alan bilgisine sahip olan takım üyelerinin gerek kendi arasında gerekse diğer takımlar arasındaki bilgi akışı, hızı ve yönetimi zordur. Bu yöntem küçük ölçekli işletmelerin kullanımı için dikkate alınmalıdır.



Şekil 3.2 Uzman takımlar ile eşzamanlı mühendisliğin uygulanması (5)

İkinci yöntem ise ilgili alan “uzman bilgilerinin” bilgisayar ortamında muhafaza edilerek değişik karar verme işlemleri için, bilgi akışını sağlayan, birbiriyle bilgiyi paylaşabilen ve geri besleme yapabilen sistemler oluşturarak kullanılmasıdır (Şekil 3.3). İlk görünüşte pahalı bir yöntem olarak algılanmasına karşın, orta ve büyük ölçekli işletmelere önemli derecede katkı sağlamaktadır (5).



Şekil 3.3 Bilgisayar ve ağları ile eşzamanlı mühendisliğin uygulanması (5)

Eşzamanlı mühendislik yöntemi çalışmalarının en düşük hata ile hızla yol alması, dolayısıyla pazara sunma zamanının ve geliştirme maliyetlerinin olası en düşük düzeylere çekilebilmesi için CAD (Computer Aided Design-Bilgisayar destekli tasarım), CAM (Computer Aided Manufacturing-Bilgisayar destekli üretim) gibi bilgisayar destek programları ve bilgisayarlı iletişim yöntemlerinin kullanılması günümüzde bir zorunluluk haline gelmiştir (Doğan, 2000). Çünkü günümüzde CAD/CAM ve CAE paketlerinin mühendislik hizmetlerine olan katkıları yadsınamaz. Pek çok tasarım hataları bu programlar sayesinde artık çok daha hızlı bir şekilde fark edilebilmektedir. Üç boyutlu görüntüleme olanakları, klasik iki boyutlu teknik resimlere göre sayısız fırsatlar sunmaktadır. Benzer bilgileri kullanan insanların aynı veri tabanlarını kullanmaları ve bunlarda oluşan değişiklikleri anında görebilmeleri artık olanaklı hale gelmiştir (Bayraktar, 1997).

3.2.3 Eşzamanlı Süreçler

Eşzamanlı mühendislikte yer alan süreçler ürüne ait yaşam çevriminin tamamını içerir. Bunlar arasında, ürünün tasarımına ait ürün tasarım süreci, müşteri isteklerini belirlemeye yönelik pazar araştırmaları, fiyat ve ürün konfigürasyonlarının saptanması, ürünün tanıtımına yönelik pazarlama süreci, düşük maliyetli ancak kaliteli süreçlerin belirlenmesi, uygun malzeme ve bunları temin edebilecek kuruluşların seçimi, imalat süreçleri, ürünün dağıtım kanallarının

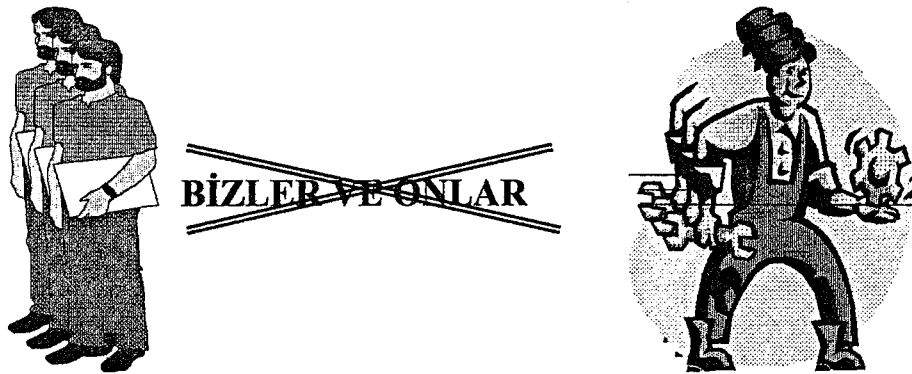
belirlenmesi sayılabilir. Tüm bu süreçler eşzamanlı mühendislik altında eşzamanlı olarak yürütülmelidir (Bayraktar, 1997).

3.3 Eşzamanlı Mühendisliğin Ardışık Ürün Geliştirme Yönteminden Üstünlükleri

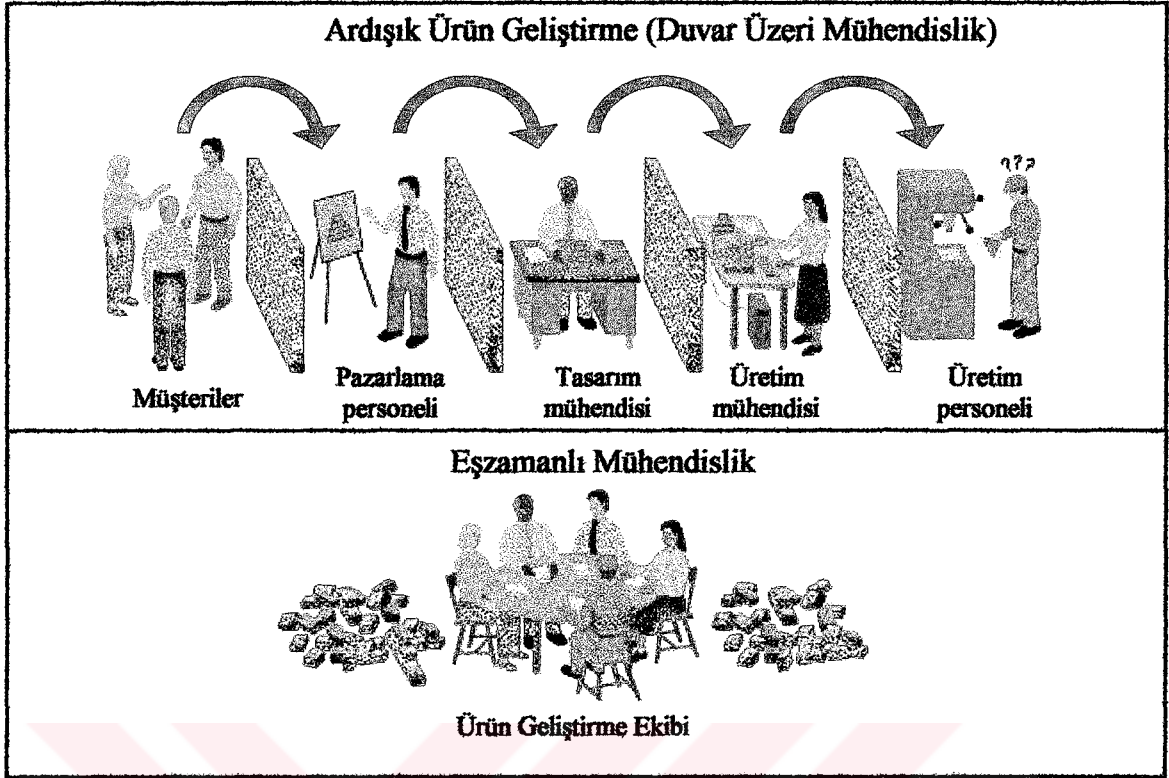
Yeni bir ürün ve üretim sürecinin tasarımında kullanılan ardışık ürün geliştirme yöntemi, ürün geliştirme sürecinin ancak bir aşaması tamamlandıktan sonra bir diğer aşamasına geçmeyi öngörmektedir. Bu sistemde genellikle tasarım bölümü üretim ve pazarlamadan bağımsız olarak çalışır ve tasarım tamamlandığında bunu üretim mühendisliğine devreder (Doğan, 2000). İşin bütününün bu şekilde birbirini takip eden (seri) faaliyetlere bölünmesi kurumsal duvarların örülmesine neden olmakta ve bu tür engellerden dolayı verimli ve etkin olmayan sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Koordinasyonu sağlamak amacıyla belirli aralıklarla yapılan toplantılar da hem zaman kaybı yaratmakta, hem de arzu edilen entegrasyonu sağlayamamaktadır (Batmaca ve Uysal, 1999).

Eşzamanlı mühendislik yönteminde ise geliştirme aşamasında tasarım, üretim mühendisliği, pazarlama ve servis, yan sanayi mühendisleri, muhasebe, satın alma ve diğer birimler bir takım mantığıyla beraber çalışırlar ve sürekli iletişim içindedirler. Bu nedenle eşzamanlı mühendislik, entegrasyonu sağlayan örgütsel bir araçtır. Bu yöntemle, örgütsel duvarlar yıkılarak ürüne ve süreçlere ilişkin özellikler firmanın farklı faaliyet alanlarından gelen temsilciler tarafından ortaklaşa hazırlanmaya çalışılmaktadır (Doğan, 2000). Şekil 3.5’de “örgütsel duvarların yıkılması” şematik olarak gösterilmiştir.

Tasarım ve imalatın tümleştirilme çabası içinde büyük öneme sahip bir diğer fayda ise eşzamanlı mühendisliğin tasarım ve imalat çalışanlarının birbirlerinden bahsederken kullandıkları “bizler ve onlar” söylemlerinden uzaklaştıracak uygun bir ortam hazırlamasıdır (5).

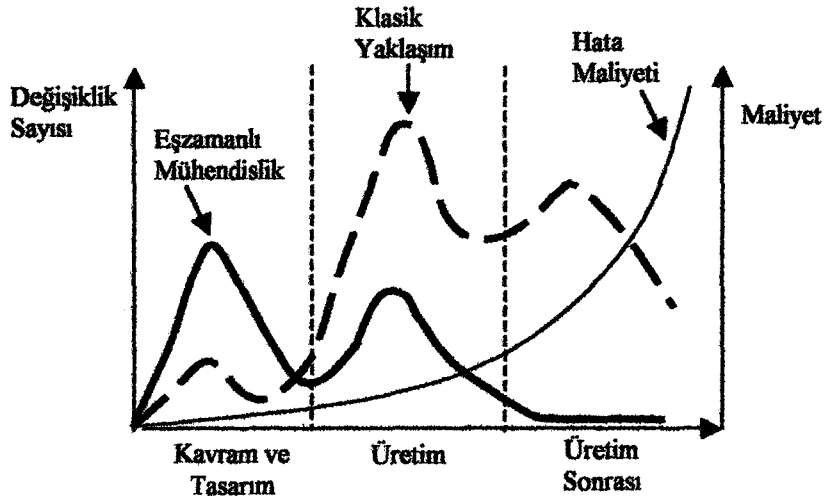


Şekil 3.4 Tasarımcılar ve imalat operatörleri (5)



Şekil 3.5 Eşzamanlı mühendislikle örgütsel duvarların yıkılması (6)

Bir ürün ile ilgili yapılan tasarım değişikliklerinin her birinin maliyeti, bu değişikliğin programın hangi safhasında yapıldığına bağlıdır. Erken safhalarda yani kavram ve geliştirme safhalarında yapılan değişikliklerin maliyeti düşük, buna karşılık ileri safhalarda yani üretim ve kullanım safhalarında yapılan değişikliklerin maliyeti çok yüksek olmaktadır. Şekil 3.6'da değişiklik maliyetlerinin seyri gösterilmektedir. Program yönetiminde klasik veya eşzamanlı yaklaşımların uygulanması durumunda her bir safhadaki değişiklik sayısı açısından oluşan farklılık ise düz ve kesikli kalın çizgilerle ifade edilmektedir.



Şekil 3.6 Ürün geliştirme yöntemlerinde değişiklikler ve maliyetler (Batmaca ve Uysal, 1999)

Klasik yaklaşımlarla yönetilen programlarda üretim ve kullanım safhalarında çok sayıda değişiklik yapılmakta, bunun sonucu olarak toplam değişiklik maliyeti çok yüksek olmaktadır. Oysa başarılı bir eşzamanlı mühendislik uygulamasında, değişikliklerin büyük bir bölümünün kavram ve geliştirme safhalarında yapılması ve izleyen safhalarda çok az sayıda değişikliğe gerek duyulması sayesinde, değişiklik maliyetlerinin toplamında büyük tasarruf sağlanmaktadır.

Eşzamanlı mühendislik yöntemi, klasik yaklaşımın aksine, ürünün ve ona ait süreçlerin tümleşik, eşzamanlı tasarımı sayesinde ürün kalitesinin ve müşteri tatmininin en iyi şekilde sağlandığı bir yaklaşım biçimidir. Bu yaklaşım ile;

- Programın sonraki safhalarında ortaya çıkacak olan süreçlerle ilgili gereksinimler ürün tasarımının başlangıcından itibaren ele alınmakta,
- Ürün tasarımı ilerledikçe üretim, işletim, destek ile ilgili süreçler ve bunlara bağlı maliyetler yeniden gözden geçirilerek tasarım ve geliştirme riskleri en aza indirilmekte,
- Maliyetle performans arasındaki denge erken safhalarda sağlandığından, ömür devri boyunca maliyet etkin bir çözüm üretilmiş olmaktadır.

Eşzamanlı mühendislik uygulamasına geçişin temel amacı müşterinin/kullanıcının gerçek ihtiyaçlarının en maliyet etkin çözümle karşılanmasıdır. Bunu sağlamak amacıyla mevcut tedarik yaklaşımında aşağıda görülen konularda eskiden yeniye doğru köklü bir değişime gerek duyulmaktadır (Batmaca ve Uysal, 1999).

Çizelge 3.1 Eşzamanlı mühendislikten önce ve sonra (Batmaca ve Uysal, 1999)

ESKİ	YENİ
• Hiyerarşik karar verme • Kural ve zorlama • Bitmiş ürüne odaklanma • Performansa odaklanma • Fonksiyonel yalıtılmışlık	• Takım halinde karar verme • Teşvik etme • Ömür devrine odaklanma • Maliyete odaklanma • Takım faaliyetleri

Eşzamanlı mühendislik yöntemini, Japonlar uzun süredir kullanmaktadır. Yeni bir otomobilin pazara sunuş zamanlarının Japon, Avrupa ve Amerikan şirketleri için karşılaştırılması ile eşzamanlı mühendislik yönteminin avantajları görülebilir. Geniş çaplı bir araştırmada, 1983 ve 1987 yılları arasında piyasaya çıkarılan 29 yeni modele dayanılarak, yeni bir Japon otomobilinin tasarımından müşteriye sunum aşamasına kadar ortalama 47 ay ve tasarım için 1.7 milyon saat geçtiği görülmüştür. Buna karşın Avrupa ve Amerikan işletmelerinde benzer

ürünler için ortalama 60 aylık bir süre ve yalnız tasarım için 3 milyon saatlik çalışma gerekmiştir. Benzer bir araştırmanın sonuçlarına göre 1981-1985 yılları arasında piyasaya sürülen 12 yeni Japon projesinin ortalama pazara sunulma zamanı 42,6 ay ve en düşüğü 35 ay iken; 1984-1987 yılları arasında Amerika'da 6 proje için bu süreler sırasıyla 61,9 ve 50,2; Avrupa'da 1980-1987 yılları arasında 7 proje için 57,6 ve 46 ay olarak saptanmıştır. Tasarım için harcanan süreler karşılaştırıldığında geleneksel tasarım için harcanan zamanın, yalın tasarımın iki katına yaklaştığı ve toplam geliştirme süresinde de üçte birlik bir fark olduğu görülmektedir.

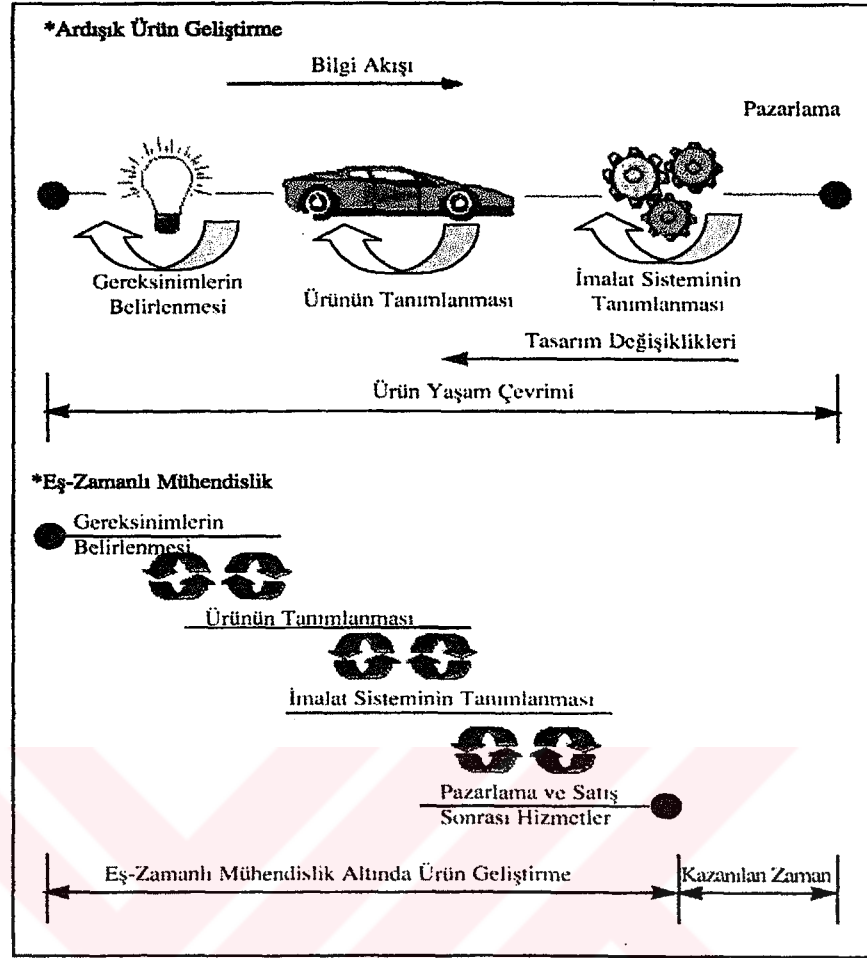
Yeni üretim süreçlerinin başarısına bir örnek teşkil etmesi bakımından otomotiv endüstrisinde çeşitli üreticilerin elde ettiği sonuçlar Çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.2 Otomobil üreticilerinin karşılaştırılması (Doğan, 2000)

	Japonya	Amerika	Avrupa
Otomobil başına harcanan tasarım saati (milyon)	1,7	3,1	2,9
Ortalama geliştirme süresi (ay)	46,2	60,4	57,6
Ürün geliştirme ekibi eleman sayısı	485	903	904
Tasarıma katılan yan sanayi sayısı	% 51	%14	% 37

Ford Motor Şirketi Zeta motorunun geliştirilmesinde eşzamanlı mühendislik yöntemi kullanımıyla yatırım tutarlarını 10 milyon dolar kadar indirmiş ve üretim hattındaki değişiklik tutarlarını % 60'lardan % 5'in altına çekmeyi başarmıştır. Aynı biçimde, Kodak firması, Fuji'nin tek kullanımlık yeni kamerasıyla rekabet edebilecek, yeni bir ürün için tasarım zamanına sahip olmadığından, ürün geliştirme sürecini ardışık tasarım yerine, CAD/CAM yardımı ile eşzamanlı tasarımı uygulayarak, gövde, objektif ve parçaları aynı anda tasarlamıştır. Böylece maliyetlerinde % 25'lik bir azalma sağlamıştır (Doğan, 2000).

Kısaca ürün geliştirme süresi, eşzamanlı mühendislik ile önemli ölçüde düşürülmektedir. Çünkü faaliyetlerin birbiri ardına gerçekleştirilmesi önemli ölçüde zaman kaybına yol açmaktadır. Bu işlemler eşzamanlı olarak gerçekleştirilirse ürün geliştirme faaliyeti daha kısa sürede gerçekleştirilebilir ve ürün pazara daha kısa sürede sürülebilir. Şekil 3.7 bunun potansiyel nedenlerini ardışık ürün geliştirme yöntemini, eşzamanlı mühendislik yöntemi ile karşılaştırarak göstermektedir.



Şekil 3.7 Ürün geliştirme yöntemlerinin karşılaştırılması (Bayraktar, 1997)

Eşzamanlı mühendisliğin uygulandığı çalışmalardan elde edilen sonuçlar Çizelge 3.3’de verilmiştir. Özellikle ürün kalitesinde ve servis gereksinimlerinde eşzamanlı mühendislik ile önemli başarılar sağlanmıştır.

Çizelge 3.3 Eşzamanlı mühendislikle sağlanan başarılar (Bayraktar, 1997)

Ürün geliştirme süresi	% 30-50 Daha kısa
Tasarım değişiklikleri	% 60-95 Daha az
Hurda ve yeniden işleme	% 75 Azalma
Hatalar	% 30-85 Daha az
Ürünü piyasaya sunma süresi	% 20-90 Daha az
Başarısızlık oranları	% 60 Daha az
Servis sıklığı	% 100 Daha az
Kalite	% 100-600 Daha yüksek
Beyaz yakalı personel produktivitesi	% 20-110 Daha yüksek
Yatırım geri dönüş oranları	% 20-120 Daha yüksek

Sonuç olarak eşzamanlı mühendislik; mühendislik, imalat ve pazarlama birimlerini bir araya getiren doğal bir yapı oluşturmakta ve değişik fonksiyonların daha tasarımın başında ürün geliştirmeden sorumlu olmalarını sağlamaktadır.

Ayrıca eşzamanlı mühendislik, bilgi teknolojisinin yarattığı olanakları olabildiğince kullanmaya çalışan, doğal ve mantıksal olarak uyumlu bir platform oluşturmaktadır.

3.4 Eşzamanlı Mühendislikte Ürün Geliştirme Safhaları

Eşzamanlı mühendislikte asıl önemli olan, takım halinde çalışma ve işbirliği ruhu ile tasarım aktivitelerini paralel olarak yürütme gerekliliğidir. Aşağıdaki beş husus her türlü değerlendirmede göz önünde tutulması gereken konulardır:

- Pazar araştırması sonuçları,
- Tasarım kavramı, geliştirilmesi ve çizelgelendirilmesi,
- Tasarıma imalat sisteminin katkıları ve imalatın bu tasarımı üretebilirliği,
- Tasarıma katılan diğer grupların katkıları ve risk faktörleri,
- Teknoloji seçimi, bunun tasarıma olan etkisi ve riskler.

Yukarıda ana hatları verilen konular çerçevesinde ürün geliştirme safhalarını;

- Ürünün tasarımına başlanması,
- Detayların geliştirilmesi,
- Ürün, süreç ve pazarın test edilmesi,
- Ürünün piyasaya sunulması olarak sıralayabiliriz.

Buradaki farklılık, aşamaların sıralanmasında değil, daha önce açıklanan ilkeler doğrultusunda her birinin içeriğinde gözlenen değişikliklerdir (Bayraktar, 1997).

3.5 Eşzamanlı Mühendislikte Başarı Faktörleri

Bir eşzamanlı mühendislik uygulamasında başarılı sonuçların elde edilebilmesi için dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır:

- Yönetim,
- Organizasyon,
- Altyapı,
- Ekip çalışması,
- Kullanılan teknikler.

3.5.1 Yönetim

Her sistem gibi, eşzamanlı mühendislik uygulamalarında başarının ilk koşulu, yönetimin her kademesi tarafından benimsenmesi ve uygulanması yönünde kararlı bir iradenin gösterilmesi şeklinde tanımlanmaktadır.

Ancak IDA raporunda, ekip çalışması ve gruplar arası ilişkilerin artırılması gibi konularda, yönetimin sözlü isteğinin olmasının bir ön koşul olarak değerlendirilemeyeceği belirtilmiştir. Yani, ekip çalışmasını ve gruplar arası işbirliğini artırıcı yöndeki çabalar, uygulanan sistemden bağımsız olarak her kademedeki çalışanın üstlenmesi gereken sorumluluklardır.

3.5.2 Organizasyon

Uygulamanın, tüm prosedürleri ve alt sistemleri ile kurumsallaşmış bir yapıya gidiş amacı taşıdığı bilgisi somut örneklerle alt kademelere ulaştırılmalıdır. Bu kararlılık en alt kademedeki çalışanların bir an önce uygulamanın içine çekilmesi bakımından önemlidir.

IDA raporunda uygulamaya tamamen geçişin 2-4 yıl sürebileceği belirtilmekle birlikte, Keithley, Schlumberger ve NCR gibi firmalar elle tutulur sonuçlara daha kısa sürede ulaşılabilmesine inanmaktadırlar. Menthor Graphics firmasının teknik direktörü Don Carter kendi firmasından örnek verirken, eşzamanlı mühendislik uygulamasına, mevcut uygulamalarda radikal değişikliğe gidilmeden, yeni kıstasların ilavesiyle geçilebileceğini ve bunun zaman içinde tam bir uygulamaya dönüştürülebileceğini belirtmektedir.

Literatürde HP, Northrop, LTV gibi firmaların eşzamanlı mühendislik uygulaması ile birlikte klasik fonksiyonel organizasyon yapısından proje yönetimi ve matris organizasyon yapılarına geçtikleri görülmektedir. Teknolojide uzmanlaşma, esnek planlama, maliyet/program ve problem ekibi ile tasarım değerlendirme çalışmalarının sistematik bir hale getirilmesi, bu yapı ile sağlanan avantajlar olarak belirtilebilir.

3.5.3 Altyapı

Altyapı açısından bakıldığında iki önemli gereksinim ortaya çıkmaktadır:

- Sistem alt yapısı,
- Yazılım/donanım alt yapısı.

Bunlardan ilki ve en önemlisi, bir Toplam Kalite Yönetimi felsefesi çerçevesinde belirlenmiş ve iyi dökümanté edilmiş bir kalite yönetim sistemidir. Eşzamanlı mühendislik uygulamalarında örnek olarak gösterilen kuruluşların tümünde bu tür bir sistemin olduğu görülmekte veya eşzamanlı mühendislik uygulamaları için öneriler yapılırken tasarımdan ürün desteğine kadar tanımlı bir sistemin zaten var olduğu görülmektedir.

Altyapı açısından diğer önemli bir husus CAE, CAD, CAM ve MRP açısından entegre bir yazılım donanım altyapısına sahip olma gereğidir. Bu tür bir altyapının, ürün geliştirme ve üretim sürecindeki hataları ve tekrarları en aza indirmesinin yanı sıra, bir ekipte farklı

disiplinlerden gelmiş elemanlar arasında veya farklı ekipler arasındaki iletişim artırıcı bir özelliği de bulunmaktadır.

3.5.4 Ekip Çalışması

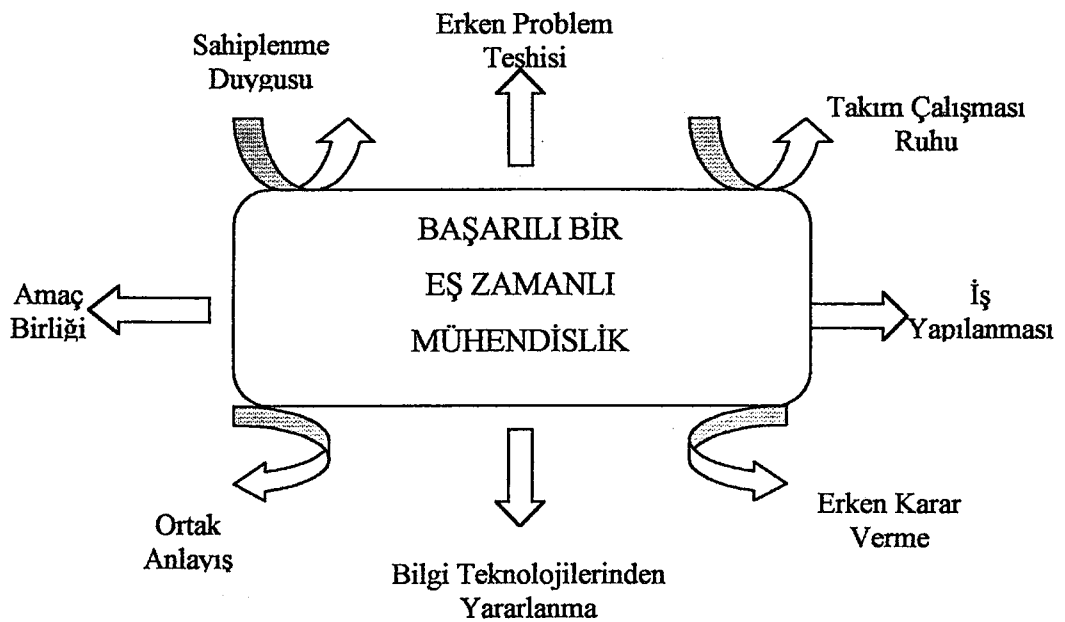
Ekip çalışması, uygun bir organizasyon içinde, çeşitli disiplinlerden kişilerin katılımıyla, ürünün tasarımından ürün desteğine kadar tüm süreci yönlendirecek çalışma gruplarının oluşturulması olarak değerlendirilmelidir.

Ayrıca organizasyonun çeşitli kademelerinde ve hiyerarşik yapıdan bağımsız olarak, tanımlama, değerlendirme, problem çözme, düzeltme önlemi önerisi hazırlama amacıyla çeşitli ekiplerin oluşturulabildiği görülmektedir. Ekipler çok farklı isimler altında tanımlansalar da, yukarıda verilen ortak hedefler doğrultusunda çalışmaktadırlar.

3.5.5 Uygulanan Teknikler

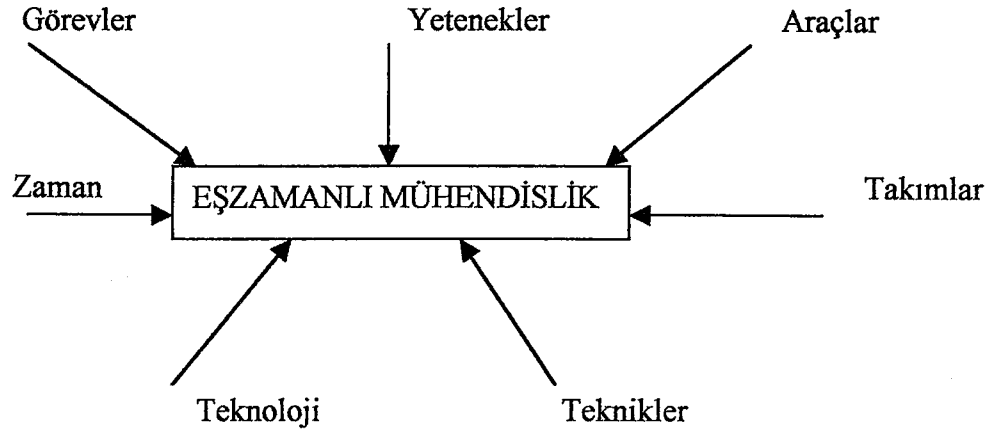
Eşzamanlı mühendislik uygulamalarının bilimsel yöntemlere dayandırılması ve sonuçlarının yine ölçülebilir kriterler ile değerlendirilmesi, düzeltme önlemlerinin alınabilmesi ve uygulanabilmesi ve uygulamanın başarısı açısından önem taşımaktadır (4). Bu teknikler ileriki bölümlerde daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

Başarılı bir eşzamanlı mühendislik sistemi kurmak için gerekli 8 temel prensip Şekil 3.8’de gösterilmiştir (Tanrıverdi, 1999).



Şekil 3.8 Eşzamanlı mühendisliğin 8 prensibi (Tanrıverdi, 1999)

Eşzamanlı mühendisliği etkileyen ve onun değişiminde büyük rol oynayan 7 kriter (görevler, yetenekler, araçlar, takımlar, teknikler, teknoloji, zaman) olarak adlandırılan faktörler şekil 3.9’da gösterilmektedir. Özellikle bu 7 kriterin kombinasyonu başarılı bir eşzamanlı mühendislik çalışmasının gerçekleştirilmesi için oldukça önemlidir (Tanrıverdi, 1999).



Şekil 3.9 Eşzamanlı mühendisliği etkileyen 7 kriter (Tanrıverdi, 1999)

3.6 Eşzamanlı Mühendislik Uygulamasında Karşılaşılan Engeller

Eşzamanlı mühendislik radikal değişikliklere yol açan basit bir felsefedir. Eşzamanlı mühendislik felsefesini benimseyen ve uygulayan firmalarda yüksek kalite, düşük maliyet, daha az tasarım değişikliği, daha çok müşteri tatmini, daha kısa ürün geliştirme süresi gibi çok sayıda önemli sonuçlar elde edilmiştir. Fakat basit bir felsefe olmasına karşın bazı eşzamanlı mühendislik uygulamalarında bazen başarı oranı düşük olmaktadır.

Eşzamanlı mühendislikte görülen başarısızlıkların temel nedeni organizasyonel değişime karşı isteksizliktir. Ardışık ürün geliştirme yöntemi uygulayan şirketlerde eşzamanlı ürün geliştirme anlayışına geçiş radikal bir değişimdir. Bu nedenle bu dönüşüm sürecinde ve sonrasında çok sayıda engelle karşılaşılmaktadır.

İşletmelerde eşzamanlı mühendisliğin başarılı bir şekilde uygulanmasını önleyen engelleri, organizasyonel engeller ve teknik engeller olarak iki kısımda incelemek mümkündür.

Yönetim tarzı, şirket kültürü, çalışanların davranış ve tutumlarından kaynaklanan engeller organizasyonel engellerdir.

Teknik engeller ise gerekli teknoloji altyapısının olmaması, eşzamanlı mühendisliğin nasıl uygulanacağını bilmeme gibi engellerdir. Örneğin CAD/CAM sistemlerinin olmayışı eşzamanlı mühendisliğin uygulanmasını engelleyecektir.

3.6.1 Organizasyonel Engeller

Eşzamanlı mühendislik çalışmasında ortaya çıkabilecek organizasyonel engeller şunlardır:

- Üst yönetim desteği eksikliği,
- Organizasyonel ortam,
- Koruyucu fonksiyonel yöneticiler,
- Yetersiz ödüllendirme sistemi,
- Yetersiz müşteri katılımı,
- Yetersiz tedarikçi katılımı.

3.6.1.1 Üst Yönetim Desteği Eksikliği

Her değişim faaliyetinin başarıyla sonuçlanması için üst yönetimin onayı ve tam desteği gereklidir. Üst yönetimin desteklemediği her değişim çabası hüsrarla sonuçlanacaktır.

Organizasyonel değişim için gerekli olan felsefe değişimi üst yönetimden başlamalı ve aşağıya doğru diğer yönetim kademelerine yayılmalıdır. Ayrıca üst yönetim yeni felsefenin meyvelerini toplamak için aceleci davranmamalıdır. Daha önce hiç birarada çalışmamış departmanların bir ürün tasarımı için bir araya gelip işbirliği içinde çalışması için süreye ihtiyaç vardır. Tedarikçilerle işbirliğini geliştirmek yıllar sürebilir. Eşzamanlı mühendisliğe dönüşümü bir gecede gerçekleştirmeyi düşünmek yönetimin yapacağı en büyük yanlışlık olur.

3.6.1.2 Organizasyonel Ortam

Organizasyonel ortamın eşzamanlı mühendislik uygulamasını etkilediği konusunda yaygın bir kanı vardır. Kötü bir işletme ortamı uygulamayı zorlaştırırken, iyi bir işletme ortamı eşzamanlı mühendislik uygulamasını kolaylaştırır ve daha iyi sonuçlar elde edilir. Organizasyonel ortamı etkileyen en önemli unsur üst yönetimdir.

Yeni tekniklerin benimsenmesi ve fonksiyonlar arası ve departmanlar arası işbirliğinin gerçekleştirilmesi üst yönetim tarafından kontrol edilen üç faktöre bağlıdır: Görevlendirmelerdeki belirsizlik derecesi, rol esnekliği, güven ve açıklık derecesi. Kişilerin görev ve sorumlulukları açıkça ifade edilirse ve herkes tarafından bilinirse işbirliği daha da artar. Yeni teknikler ve fikirler daha kolay uygulanır. Rol esnekliği, bir kişinin birden fazla görevi yerine getirebilmesidir. İşletmenin yeni fikirlere açık olması ve herkesin birbirine güvenmesi de önemlidir. Üst yönetim organizasyonel ortamı belirlediğinden ve organizasyonel ortamda eşzamanlı mühendisliğin başarısı için önem teşkil ettiğinden, üst yönetime eşzamanlı mühendisliğin uygulanmasında önemli görevler düşmektedir.

Ayrıca eşzamanlı mühendislik metodolojisi ancak geleneksel örgüt kültürlerinin daha açık, dengeli, güvenli ve örgüt içindeki hiyerarşik pozisyonun bilgi değişiminde bir engel oluşturmadığı bir örgüt olma yönünde değişmesiyle olasıdır. Tasarım takımı, ancak işbirliği içinde ve tutarlı bir biçimde çalışırsa eşzamanlı mühendislik yaklaşımını kullanabilir. Takım, bireysel bakış açılarını analiz etme ve ortak bir karara varabilme yeteneğine sahip olmalıdır.

3.6.1.3 Koruyucu Fonksiyonel Yöneticiler

Eşzamanlı mühendislik felsefesiyle uyumlu bir şirket kültürü oluşturmak için değişik fonksiyonlar arasında işbirliği gereklidir. Tasarım, üretim, satınalma, pazarlama gibi departmanların üyeleri ürünle ilgili bilgi ve görüş alışverişine istekli olmalıdır. Bunun için en büyük engel kendi uzmanlık alanını korumaya çalışan fonksiyonel yöneticilerdir.

3.6.1.4 Yetersiz Ödüllendirme Sistemi

Geleneksel ödüllendirme sistemleri eşzamanlı mühendislik uygulaması için gereken işbirliğinin sağlanmasına engel olabilir. Departman hedeflerine dayalı ödüllendirme sistemleri işbirliği yapmayı teşvik etmemektedir. Eşzamanlı mühendislik felsefesinde işletmenin bütün olarak optimizasyonu esastır. Eğer bir departman, diğerlerini rakip olarak görürse büyük olasılıkla ürün geliştirme için gerekli bilgi paylaşımında bulunmayacaktır.

Bir firmada satınalma departmanının malzeme satınalmada sağlayacağı tasarrufa göre ödüllendirildiğini varsayalım. Bu durumda satınalma departmanı çok sayıda tedarikçiden fiyat alacak ve en düşük fiyatı veren tedarikçiden ürünü alacaktır. Kalite departmanı da üretilen ürünlerdeki hata miktarının azlığı doğrultusunda ödüllendirilsin. Bu durumda kalite departmanı daha yüksek fiyatlı, fakat daha kaliteli malzeme satın alınmasını isteyecektir. Bu durumda iki departmanın amaçları birbiriyle çatışacaktır. Bu nedenle eşzamanlı mühendislik için gerekli olan işbirliğini teşvik edecek ödüllendirme sistemleri uygulamaya konulmalıdır.

3.6.1.5 Yetersiz Müşteri Katılımı

Ürün geliştirmeye müşterilerin katılmaması çok sayıda başarısız sonuçların elde edilmesine neden olmuştur. Japon tasarım felsefesinde müşterinin sesi ürün tasarımını yönlendirmektedir. Amerika'da ise yöneticiler veya mühendisler tasarımı yönlendirmektedir. Eşzamanlı mühendislik, ürünle ilgili herkesin katılımını gerektirmektedir. Bir ürünün başarılı yada başarısız olmasını belirleyen en önemli faktör o ürünün müşterisidir. Bu yüzden müşterilerin

isteklerine uygun başarılı bir ürün geliştirmek için müşterilerin görüş ve düşünceleri çok önemlidir.

3.6.1.6 Yetersiz Tedarikçi Katılımı

Yıllardan beri firmalar sürekli olarak tedarikçilerinden daha düşük fiyatlarla ürün satın almaya çalışmaktadır. Bu da düşük fiyatlı, kalitesiz ürünlerin satın alınmasına yol açmaktadır. Düşük kaliteli ürünler müşteri-tedarikçi ilişkisini bozmakta ve eşzamanlı mühendislik için gerekli işbirliği sağlanamamaktadır. Daha az tasarım değişikliği, daha yüksek kalite, daha düşük maliyet, daha kısa ürün tasarım zamanı vb. için tedarikçiler de ürün tasarım aşamasına katılmalıdır. Tedarikçilerin katılmadığı bir eşzamanlı mühendislik uygulamasında üreticiler, eşzamanlı mühendisliğin yararlarından tam olarak yararlanamazlar.

3.6.2 Teknik Engeller

Eşzamanlı mühendislik için ilk teknik gereksinim uygun CAD/CAM altyapısının olmasıdır. CAD/CAM olmadan eşzamanlı mühendisliği uygulamak mümkün değildir. Bu nedenle iyi bir CAD/CAM sisteminin olmaması eşzamanlı mühendislik uygulamasında karşılaşılan en önemli teknik engeldir. Ayrıca eşzamanlı mühendislik uygulaması için yazılım ve donanıma da ihtiyaç duyulmaktadır. Burada ortaya çıkan başka bir engel ise alınan yazılım ve donanımın nasıl kullanılacağına tam olarak bilinmemesi ve etkin olarak kullanılamamasıdır.

3.7 Uygulamada Karşılaşılan Engellerin Aşılması İçin Yapılması Gerekenler

Eşzamanlı mühendisliğin başarılı bir şekilde uygulanmasını engelleyen faktörlerin üstesinden gelmek için şunların yapılması gereklidir:

3.7.1 Kültürel Değişimin Gerçekleştirilmesi

Eşzamanlı mühendislikle ilgili bilinmesi gereken en önemli husus, eşzamanlı mühendisliği bir kültür olarak görmektir. Eşzamanlı mühendislik çok fonksiyonlu tasarım takımlarının ürün ve proses tasarımını eşzamanlı olarak gerçekleştirdiği bir kültürel ortamdır.

Kültür değişimi ise eğitim ile gerçekleşir. Üst yönetimden başlayarak eşzamanlı mühendislik felsefesinin getirileri ve bunun için neler gerektiği bilinmelidir. Her kademedeki bütün çalışanlar eşzamanlı mühendisliğin ne olduğunu bilmelidir.

3.7.2 Organizasyonel Değişimin Gerçekleştirilmesi

Çapraz fonksiyonlu takımlar eşzamanlı mühendisliğin başarısı için çok önemlidir. Yönetim, çapraz fonksiyonlu takımların departmanlar arası duvarları yok etmenin en iyi yolu olduğunun bilincinde olmalıdır. Bu yapısal değişimle işletme içinde işbirliği artar.

3.7.3 Eşzamanlı Mühendislik Takımının Oluşturulması

Eşzamanlı mühendislik uygulaması farklı departmanlardan gelen üyelerin oluşturduğu bir takım tarafından yürütülmelidir. Tasarım takımında her fonksiyonel departmandan üyeler bulunmalıdır. Ayrıca takımın başında iyi bir teknik geçmişe sahip, tecrübeli bir takım lideri bulunmalıdır.

3.7.4 Yeterli Teknolojik Desteğin Sağlanması

Eşzamanlı mühendisliği destekleyen CAD/CAM, hızlı prototip geliştirme ve benzeri çok sayıda bilgisayar destekli mühendislik tekniği mevcuttur. Ayrıca eşzamanlı mühendislik uygulamasında kullanılan kalite fonksiyon yayılımı, Taguchi metodu gibi çok sayıda metodoloji vardır. Destekleyici teknolojileri temin etme, bu teknolojileri kullanılacak çalışanlara gerekli eğitimi verme konusunda üst yönetime önemli görevler düşmektedir.

3.7.5 Görev Tanımlaması ve Etkileşimin Arttırılması

Eşzamanlı mühendisliğin benimsenmesinde ortaya çıkan engellerden biri de farklı alanlardan gelen çalışanların düzgün olmayan görev etkileşimlerinden kaynaklanan engellerdir. İleri üretim tekniklerinin uygulanmasında ortaya çıkan engellerin incelenmesiyle ancak doğru kişilerin, doğru zamanda ve doğru rolleri uygulaması durumunda bu tekniklerin benimsenebileceği sonucuna varılmıştır. Genel olarak, üst kademe yöneticilerin görevi uygulama ile elde edilecek hedefin ve vizyonun belirlenmesidir. Bunun için, elde edilecek faydalar ve bunlara ne ölçüde ulaşıldığını ölçecek metrikler geliştirmek yöneticilerin görevlerindendir. Üretim yöneticileri ise bu ölçümleri kendi sorumluluk alanlarında uygulamakla görevlidirler (Sullivan ve Parsaei, 1993).

Ayrıca eşzamanlı mühendislik takımı görevlerine ait bütün amaçları anlamış ve kabul etmiş olmalıdır. Amaçların yanlış anlaşılması sonucu büyük sorunlar ortaya çıkabilir. Takımın yeniliklere ve değişime karşı doğal bir eğilimi olmalıdır. Örgütsel değerler, ilerlemenin mümkün olduğu yerlerde ilerlemeyi desteklemelidirler (7).

4. EŞZAMANLI MÜHENDİSLİKTE KULLANILAN TEKNİKLER

Müşteri gereksinimlerinin karşılanması, tasarım ve imalat arasında ardışık ürün geliştirme sürecinde yaşanan kopuklukların giderilebilmesi için bir takım yaklaşımlar ve teknikler ortaya atılmıştır. Eşzamanlı mühendislikte değişik aşamalarda kullanılabilecek ya da değişik takım elemanlarının faaliyetlerini kolaylaştırmaya yönelik bazı tekniklerden aşağıda kısaca bahsedilmektedir.

4.1 Kalite Fonksiyon Yayılımı

En güçlü eşzamanlı mühendislik tekniği kalite fonksiyon yayılımıdır. Kalite fonksiyon açılımı, kalite fonksiyon göçerimi gibi adlarla da bilinmektedir. Müşteri istekleri açısından önemli ürün özelliklerinin belirlenip, bunları işletme açısından anlam ifade eden birimlere dönüştürmeye yönelik bir tekniktir. Bütün eşzamanlı mühendislik ekibi uzman girdiler sağlamak ve dengeli kararlara ulaşmak için her kısımda kalite fonksiyon yayılımı ile iç içedir.

Kalite fonksiyon yayılımı, bir geliştirme ekibine; müşteri istek ve ihtiyaçlarını açıkça belirleme ve bu istek ve ihtiyaçları karşılamak için önerilen ürün ve hizmetlerin yeteneklerini sistematik olarak değerlendirme olanağı sağlayan yapılaşmış bir ürün planlama ve geliştirme yöntemidir.

Başka bir görüşe göre kalite fonksiyon yayılımı, “Müşterilerin ya da kullanıcıların ürünle ilgili dileklerini, projenin bütün aşamalarında ihtiyaç duyulan dile dönüştüren bir sistem mühendisliği süreci” olarak görülmektedir. Aynı zamanda kalite fonksiyon yayılımı, “projei eşzamanlı olarak yönetebilmek için bütün aşamaları birbirilerine yapıştıran bir yapıştırıcı” olarak da tanımlanabilir (Özer ve Yenginol, 1999).

Kalite fonksiyon yayılımı ile ilgili ürün veya hizmet için tüketici istek ve beklentileri tanımlanır; tüketici istek ve beklentileri teknik parametrelere çevrilir; yeni ürünün rakip firmaların ürünleri ile karşılaştırılması yapılır; yeni ürünün özellikleri tanımlanır; yeni ürün projesinin hedef teknik ve parametre değerleri oluşturulur; fonksiyonlar arası iletişim kuvvetlenir (Demir, 2000).

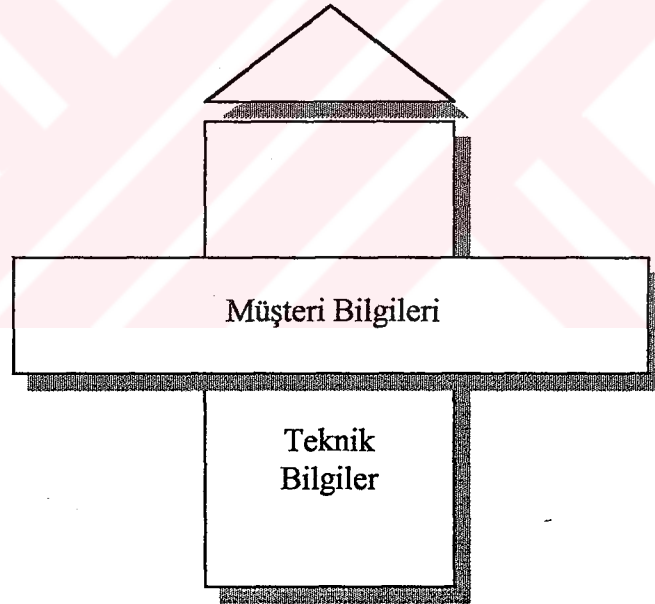
İşletmenin yeni üründe rakipleriyle olan rekabet koşulları ve müşteri isteklerini tatmin edebilme oranları analiz edilir. Ürünün hangi karakteristiklerinin piyasadaki rakiplerinden daha güçlü, hangi özelliklerinin ise zayıf olduğu saptanır. Buna yönelik tedbirlerin alınabilmesi için tasarım takımına uyarılar getirir. Genellikle tasarım kavramının oluşturulduğu ilk dönemde odak noktasını müşteri gereksinimlerine ve rakip ürünlere çekmede kullanılan bir metottur

(Bayraktar, 1997).

Kalite fonksiyon yayılımının temelinde ürünlerin müşterilerin beğeni ve seçimlerini yansıtarak tasarlanmaları gerektiğine olan inanç yatar. Bu nedenle pazarlama sorumluları, tasarım mühendisleri ve üretim personeli ürün fikrinin doğuşundan başlayarak birbirleri ile çok yakın ilişkiler içinde çalışmalıdırlar. Bu açıdan bakıldığında kalite fonksiyon yayılımı disiplinler arası bir takım çalışmasıdır.

Bir kalite fonksiyon yayılımı uygulaması, kalite fonksiyon yayılımı matrislerinin oluşturulması ile başlar. Matrisler, uygulama ile ilgili uygun verilerin bir araya getirilerek değerlendirilmesini sağlar.

Kalite fonksiyon yayılımı matrislerinden ilki “kalite evi” olarak adlandırılır. Bu matrisin iki önemli kısmı bulunmaktadır. Matrisin yatay bölümü müşteriler ile ilgili bilgileri içerirken, dikey bölümü müşteri girdilerine cevap veren teknik bilgileri içerir (Demir, 2000).

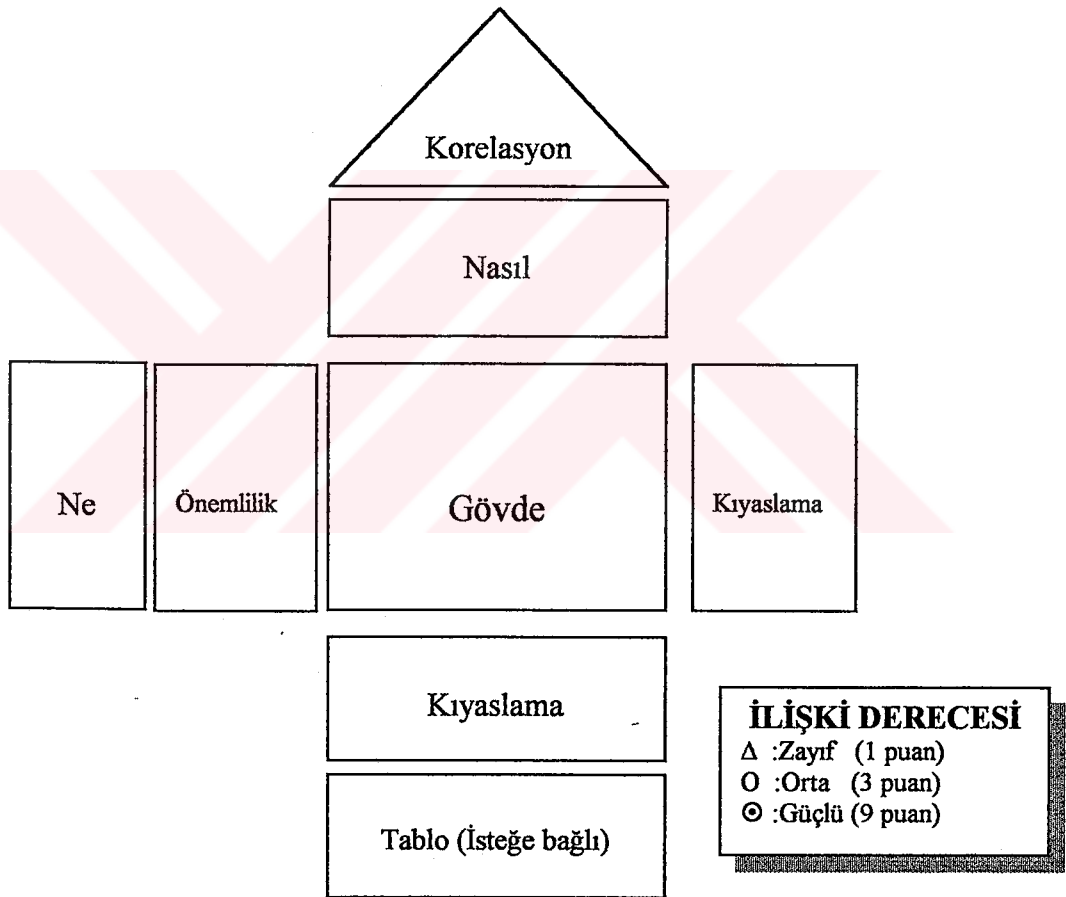


Şekil 4.1 Kalite evinin temel konuları (Demir, 2000)

Kalite fonksiyon yayılımı öncelikle müşterilerin istek ve ihtiyaçlarının anlaşılmasıyla başlar. Bunlar “kalite evi” adı verilen matriste “ne”leri oluştururlar. Temel matriste “ne”ler satırlarda yer alır. Sütunlarda ise bu “ne”leri, yani müşteri isteklerini karşılamak üzere tedarikçinin yapması gerekenler; “nasıl”lar sıralanır. Matrisin gövdesinde “ne”ler ve “nasıl”lar birbirleri ile bir takım semboller yardımı ile ilişkilendirilirler. Semboller genellikle; çok önemli: 9 puan, önemli: 3 puan, ve az önemli: 1 puan olacak şekilde puanlanırlar ve Şekil 4.2’de görüldüğü gibi sembolize edilirler.

Matrisin çatısında nasıllar arasındaki korelasyonlar gösterilir. Yani tedarikçinin müşteri isteklerini karşılamak amacıyla yürüteceği faaliyetlerin birbirlerini nasıl etkiledikleri incelenir. Birbirini olumlu yönde etkileyen faaliyetlerin kesiştiği hücrelere (✓) ve olumsuz yönde etkileyen faaliyetlerin bulunduğu hücrelere de (X) işareti konulur.

Matrisin sağ kısmında; müşterilerin her bir müşteri isteği için başlıca rakip ürünlerle tedarikçinin ürünlerini karşılaştırmaları sonucu ortaya çıkan veriler görülür. Gövdenin altında ise her bir “nasıl”, yani tedarikçi tarafından belirlenen mühendislik karakteristiği için rakip ve tedarikçi ürünlerinin objektif ölçüm değerleri, hedef değerleri ve bu hedeflere ulaşmak için yapılacakların teknik güçlük derecesi yer alır. Bu alt kısım; isteğe bağlı olarak genişletilebilir.



Şekil 4.2 Kalite evi (Şen vd., 1999)

Sürecin sonunda ortaya çıkan matrisler bir bütün olarak incelendiğinde; tedarikçinin tasarım, üretim ve imalat önceliklerinin belirlenmiş olmasının yanı sıra, gelecekte de kullanılabilecek bir veri tabanı oluşturulmuş olunacaktır (Şen vd, 1999).

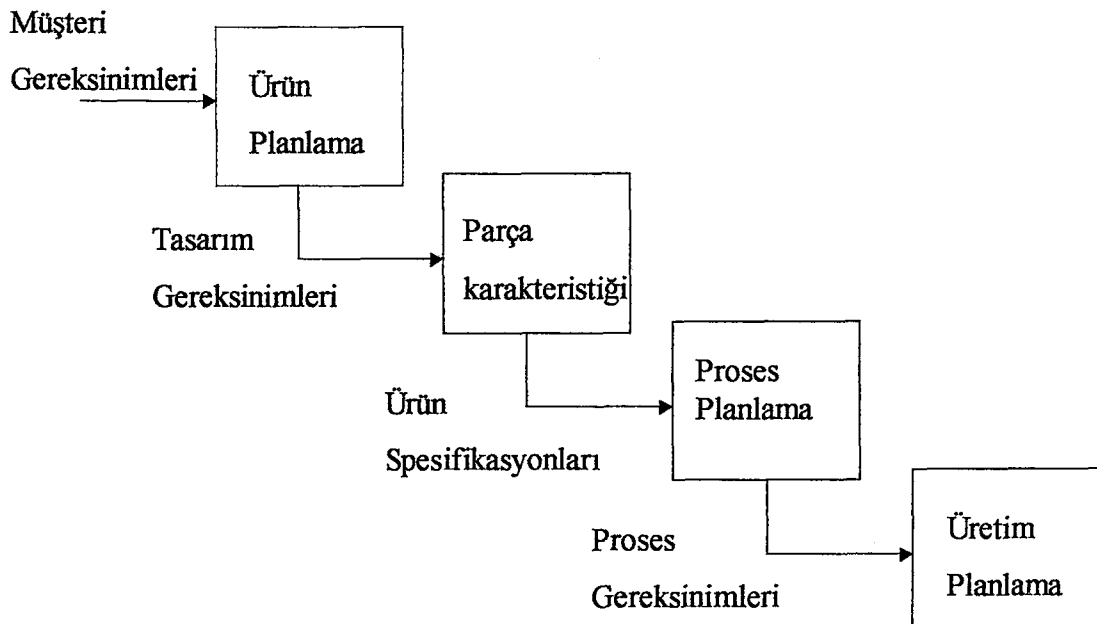
Kalite evinin bize sağladığı fayda, teknik hedeflerin belirlenmesi ve temel verilerin toplu bir tablo halinde gösterilmesini sağlamasıdır. Kalite evi, pazarlama, mühendislik ve yönetim birimlerinin birbirlerini anlamalarına yardımcı olur ve beraber çalışmaları özendirir.

Kalite evinin altında yatan ilkeler, anlaşılması zor olan üretim fonksiyonları ile müşteri tatmini arasında ilişki kurulması gereken tüm faaliyetlerde kullanılabilir (Demir, 2000).

Kalite fonksiyon yayılımı metodolojisiinde ilk aşamada müşteri ihtiyaçları günlük terimler halinde listelenir (daha ekonomik veya daha çok koruyucu içeren vb.) ve tasarım ihtiyaçlarına dönüştürülür. Örnek olarak “ekonomiklik sağlamak için tasarım ölçülerinden biri ağırlığın azaltılması” verilebilir. Yine kullanıcıları korumak için yan etkilere karşı direnç geliştirmekte bir ölçüdür (Albayrak, 1999).

Kalite evinin ilk aşaması tamamlandıktan sonra, matris analiz edilerek öncelikli özellikler belirlenir. Hareket için seçilen kalemler yeni bir matris için “ne”leri oluştururlar. Ve diğer kalite fonksiyon yayılımı matrisleri de benzer şekillerde oluşturulur (Demir, 2000).

Kalite fonksiyonu yayılımı metodolojisiindeki ikinci matris olan parça karakteristiği matrisinde en önemli konu, bu matrise girdi olan teknik gerekleri en iyi şekilde tatmin edecek parça karakteristiklerinin belirlenmesidir. Ağırlığı azaltmak için parça karakteristiği dökme demir yerine alüminyumdan yapılmış motor parçalarının kullanılması ve yan etkileri engellemek için iç ve dış kapı panellerinin arasına güçlü çelik alaşım eklenmesi olabilir (Albayrak, 1999). Kalite evine benzer bir matrise yerleştirilen bilgiler analiz edilir. Bu matristen seçilen kritik parça karakteristikleri ile yeni bir matrise yönelinir (Demir, 2000). Şekil 4.3’te kalite fonksiyon yayılımı gerçekleştirme aşamaları yer almaktadır.

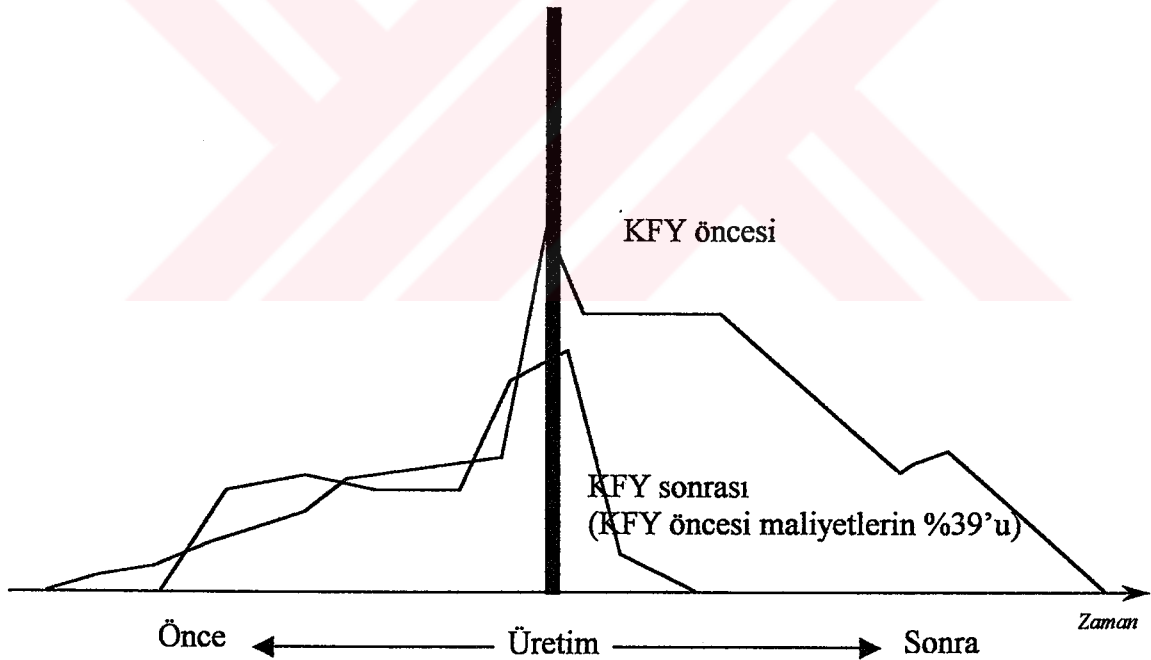


Şekil 4.3 Kalite fonksiyon yayılımı aşamaları (6)

Proses planlama matrisi olarak geliştirilen matrisin girdileri bir önceki matrisin incelenmesi ile belirlenen kritik parça karakteristikleridir. Bu karakteristiklere karşı gelen işlem gereksinimleri matrise “nasıl” olarak yerleştirilir. Her bir işlem gereksinimi için kullanılan çalıştırma seviyesi şartı matrisin alt kısmına kaydedilir.

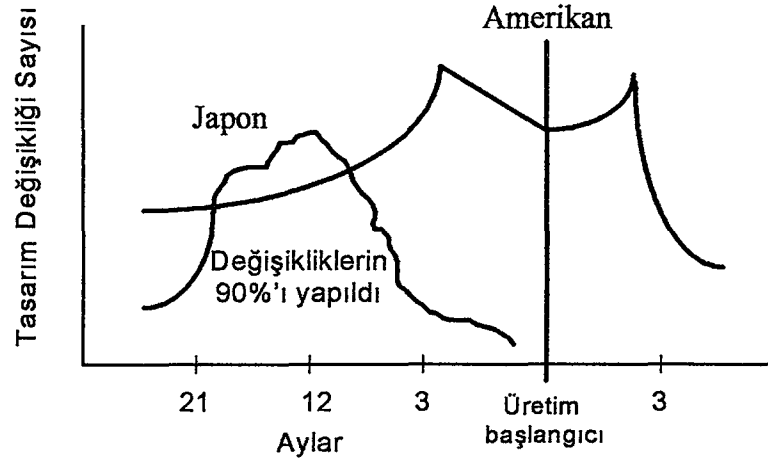
Parça ve işlem düzeyinde planlamanın yapılmasından sonra ana konular üretim seviyesine yayılır. Önceki matrsten edinilen bilgiler girdi olarak kullanılır ve bu kalemlerle ilgili riskler, kontrol tipleri, kontrol sıklığı gibi konuların matrise işlenmesiyle kalite fonksiyon yayılımı sürecindeki matrisler tamamlanmış olur (Demir, 2000).

Toyota otomobil gövdesinin kalite fonksiyon yayılımı öncesi ve kalite fonksiyonu yayılımı sonrası başlangıç ve ön üretim maliyetleri Şekil 4.4’de gösterilmektedir. Şekilden de görüleceği üzere kalite fonksiyon yayılımı ile ürünler müşteri ve üretim gereksinimleri göz önüne alınarak tasarlandığından düzeltme, hata gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkan maliyetler önemli ölçüde azalmaktadır.



Şekil 4.4 Kalite fonksiyon yayılımının maliyetlere etkisi (Cengiz ve Yayla, 1997)

Toyota’da yapılan kalite evi toplantıları maliyetleri % 60’dan fazla azaltmıştır. Şekil 4.5 bu gerçeği kalite fonksiyon yayılımı uygulayan bir Japon otomobil üreticisindeki dizayn değişiklikleri sayısını Amerikan otomobil üreticisindeki dizayn değişikliklerinin sayısı ile karşılaştırarak göstermektedir. Japon şirketindeki dizayn esas itibariyle, ilk otomobil montaj hattından çıkmadan önce dondurulmuştur ancak Amerikan şirketi aylar sonra dahi dizayn değişiklikleri yapmaktadır.



Şekil 4.5 Kalite fonksiyon yayılımı ve tasarım değişikliği sayısı (Cengiz ve Yayla, 1997)

Kalite fonksiyon yayılımı metodolojisinin uygulanması sayesinde, başlangıç aşamasında problemlerin büyük bir kısmı azaltıldığından, yapılan çalışmalar ürün geliştirme zamanının %66 oranında kısaldığını göstermiştir. Ayrıca dizayn prosesine yapılan harcama, toplam maliyetin sadece % 5-8'ini oluşturmaya rağmen, ürün geliştirmenin ilk aşamalarında verilen kararlar ürün yaşam çevrimi boyunca ortaya çıkacak olan maliyeti % 60-80 oranında etkilemektedir. Dolayısı ile dizayn aşamasında bu kadar önemli kararların doğru bir şekilde alınmasını sağlamak üzere ürün geliştiriciler, eşzamanlı mühendisliği ve kalite fonksiyon yayılımını kendi dizayn proseslerinde kullanmaya başlamışlardır (Cengiz ve Yayla, 1997).

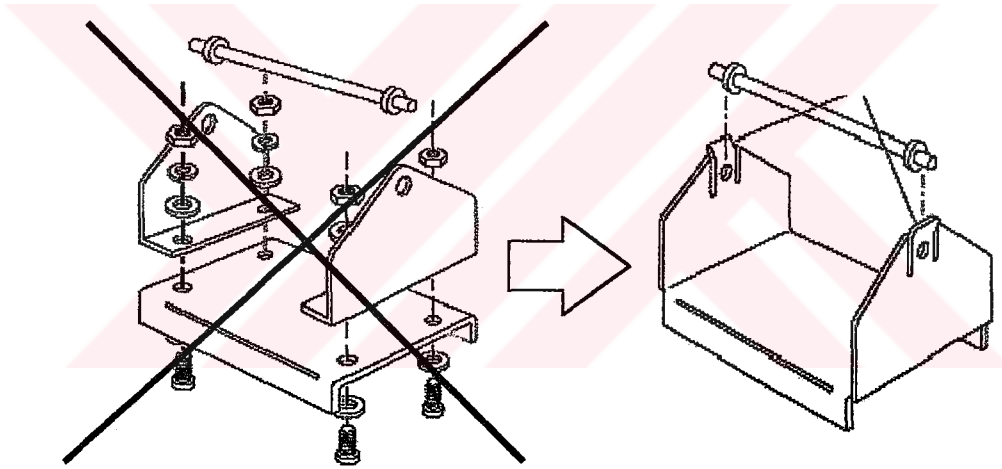
4.2 İmalat İçin Tasarım

Ürünün tasarımında imalat sürecine ilişkin hususların öncelikle ele alınmasını savunur. İmalatı kolaylaştıran ve maliyetleri düşürmeye yönelik esaslar, tasarım aşamasında dikkate alınmalıdır. Daha kısa sürede daha az kaynak ve malzeme kullanarak, daha kaliteli bir imalat, ancak ürün bu amaca uygun tasarlanmışsa gerçekleştirilebilir. İmalat için tasarımın uygulanmasına yönelik değişik teknikler geliştirilmiştir. Ancak en basit olanı, tasarıma ilişkin bir takım kurallar ve prensipler dizini oluşturmaktır. Örneğin bir üründe yer alacak parça sayılarının en küçüklenmesi gibi. Bu, sadece montaj maliyetlerini düşürecektir ayrıca her bir yarı mamule ait stok tutma, envanter takibi, depolama ve benzeri bir çok aktiviteyi elimine edecektir. Daha detaylı çalışmalar, montaj ve imalat zamanlarını esas alarak da geliştirilebilir (Bayraktar, 1997).

Eşzamanlı mühendislik çalışmalarının bir araya getirdiği önemli bölümler, tasarım mühendisliği ve üretim mühendisliğidir. Geleneksel yöntemleri benimseyen bir tasarımcı, tasarlanan bir ürünün işlevini yerine getirmesi için en uygun malzeme, ölçü, görünüm ve

çalışma biçimini bulmaya çalışırken genellikle üretim biçimini değerlendirme dışı tutmaktadır. Eşzamanlı mühendislikle birlikte çalışan tasarım ve üretim uzmanları, tasarım aşamasında üretim sürecini de göz önüne alarak en uygun çözümleri araştırmalıdır. Bunun için şu hususların göz önüne alınması gerekir (Doğan, 2000):

- Minimum parça sayısı: Montaj maliyetlerini düşürme ve parça sayısının azaltılmasıdır. Örneğin, Cadillac Seville modelinin arka çamurluğundaki parçaları azaltarak % 57 zaman tasarrufu, 450.000 \$ maliyet tasarrufu sağlamıştır.
- Modüler tasarım: Değişik biçimlerde birleştirilebilecek parçalar ile minimum parça sayısına ve geniş bir ürün yelpazesine ulaşmaktır. Hewlett-Packard yazıcılarında bu yöntemi kullanarak, üstün performanslı, düşük maliyetli, rekabet gücü çok yüksek yazıcılar üretmiştir.
- Çok - fonksiyonlu parçalar,
- Parçaları basitleştirme,
- Parçalarda çeşitliliğin azaltılması: Honda firması, geçmiş dönemlerde modellerinde % 10-15 oranında ortak parça kullanırken, bugün bu oranı % 60'lara çıkartarak zaman ve maliyet tasarrufu sağlamıştır.
- Üretimi kolay parçalar tasarlamak.



Şekil 4.6 Bir parçanın imalat için tasarım tekniğiyle tekrar tasarlanması (6)

4.3 Montaj İçin Tasarım

Eşzamanlı mühendislik uygulamasında tasarım olgusunda göz önünde bulundurulması gereken bir konuda montajdır. Montaj esnasında ortaya çıkan montaj hatalarını önlemek ve dolayısıyla montaj maliyetini azaltmanın yolu montaj için tasarım kavramından geçer (2).

Montaj için tasarım, tasarımda montaj ile ilgili çalışmaların atlanmadan dikkate alınmasını hedefler. Yapılan çalışmalar, ürünün tasarımında montaj ile ilgili hususların göz önüne alınmasının, maliyetlerde % 20-40 düşümlere, etkinlikte de % 100-200 oranında artışlara sebep olabileceğini göstermektedir. Burada asıl amaç, montaj süresini kısaltmaktır. Zira montaj süresiyle birlikte imalat maliyetleri de artmaktadır.

Üründeki parça sayılarının azaltılması, montajı istenen parçaların hafif bir baskıyla geçmeli tarzda imalatı, hep montaj sürelerinin iyileştirilmesine katkıda bulunacaktır (Bayraktar, 1997). Montaj için tasarım, geniş ve kapsamlı bilgi gerektirdiğinden dolayı üretim mühendislerini de içine alan uzmanların bir araya gelmelerini gerekli kılar (2).

4.4 Üretim ve Montaj İçin Tasarım

Eşzamanlı mühendislik çalışmalarının bir araya getirdiği önemli bölümlerden ikisi tasarım mühendisliği ve üretim mühendisliğidir. Geleneksel tasarımcı, sadece tasarlanan ürünün işlevini yerine getirebilmesi için en uygun malzeme, ölçü, görünüm ve çalışma biçimini bulmaya çalışır. Ancak genellikle üretim biçimini ve montaj süreçlerini hesaba katmaz. Oysaki eşzamanlı mühendislikte birlikte çalışan tasarım ve üretim mühendisleri, tasarım aşamasında üretim ve montajı birlikte göz önünde bulundurarak uygun çözümler araştırırlar.

Üretim ve montaj için tasarım sistemi içinde yer alan değer analizi tekniği ürünün, parçalarının ve montajının işlevlerini belirlemek ve bu işlevlerin maliyetini hesaplamak için kullanılır. Aynı zamanda değer analizinin uygulanmasıyla geri dönüşü çok zor olan pahalı hataların ortaya çıkması engellenir.

Üretim ve montaj için tasarım, üretim için tasarım ve montaj için tasarım tekniklerinin birlikte düşünülmesi sonucu ortaya çıkmış olup, ürünün ekonomik ve kolay üretiminin ve hataya meydan bırakmayan kolay montajının tasarımıyla birlikte oluşumunu hedefler.

Üretim ve montaj için tasarımın amaçları şunlardır:

- Kullanılan parça sayısını azaltmak,
- Aynı parçaların kullanımı,
- Basit montaj ve servis edilebilirlik,
- İlave işçilik ve kalibrasyondan kaçınma,
- Kontrol altında tutulabilir üretim prosesi kullanımı,
- Tedarikçilerle erken ön bağlantı sağlanması.

4.5 Kalite İçin Tasarım

İşletmelerin en büyük hedefi müşteri memnuniyetini sağlamaktır. Bunun için de müşterinin kullandığı üründen her açıdan memnun olması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında; bir işletmenin kalitesi, müşterisinin memnuniyetinin ölçüsüdür. Burada dikkat edilmesi gereken husus, müşteri mutluluğunun müşteri tatmininin sadece bir parçası olmasıdır. İşte bu yüzden işletmelerde kalite için tasarım olgusu oturtulmalıdır.

Bir ürünün kalitesi, söz konusu ürünün geliştirilmesi sonucunda oluşur. Bu erken aşamada belirlenen ürün özellikleri, ürünün niteliklerini oluşturduğundan tasarım evresinde ortaya konmalıdır. Bunlar;

- Kalite karakteristiklerinin belirlenmesi,
- Gerek duyulan ve öngörülen kalite düzeyinin belirlenmesi,
- Kesinleşen kalite düzeyine ulaşılması,
- Ulaşılan kalite düzeyinin kontrolü,
- Değerlerin hedef değerlerle karşılaştırılması.

4.6 Çevre İçin Tasarım

Çevre için tasarım olgusu çerçevesinde tasarımın ana unsurlarına baktığımızda; dünya hammadde kaynaklarının giderek azalması nedeniyle daha fazla geri dönüştürülebilir ürünlere ve daha az enerji ile üretime yönelmeye başladığını görmekteyiz. Bu noktadan hareketle tasarım aşamasında yeniden kullanım için tasarım, geri dönüşüm için tasarım ve kolay ve güvenilir atık için tasarım olguları göz önünde bulundurulmalıdır.

4.6.1 Yeniden Kullanım İçin Tasarım

Herhangi bir ürün üzerinden çıkan bir parçanın temizlenerek veya onarılarak diğer bir ürün üzerinde kullanımını öngören bu anlayış, tasarımcıların ürün geliştirme sürecinde malzemelerin seçimine ve çeşidine önem vermeleri gerektiğini ön plana çıkarmaktadır.

4.6.2 Geri Dönüşüm İçin Tasarım

Bu yaklaşım geri dönüşü olan malzemelerin yeni bir üründe hammadde olarak yeniden kullanılmasına olanak verecek şekilde tasarlanmasını beraberinde getirmektedir. Bu anlayış bazen yeni ürünlerin oluşumunda yaratıcılığın ön plana çıkarılmasını da gerektirebilir.

4.6.3 Kolay ve Güvenilir Atık İçin Tasarım

Bu uygulamada tasarımcı kolayca ve güvenilir bir şekilde ayrılacak malzemeleri kullanmalıdır.

Sonuç olarak bir ürün tasarımcısı çevre koruma konusunda yeterli birikime ve bilince sahip olmalı ve bunu da tasarım aşamasında göz önünde bulundurmalıdır.

4.7 Güvenilirlik İçin Tasarım

Güvenilirlik, uzun vadede kalitedir. Ürün hayat çevrimlerinin kısalması, müşteri beklentilerinin yükselmesi, firelerin yüksek maliyeti güvenilirliğin önemini ortaya çıkarmaktadır. Tasarım güvenilirliğini arttırmak, birçok faktörün dengelenmesiyle elde edilmektedir. Tasarım mühendisleri birçok önemli faktörü tanımlamalı ve bunları optimize etmelidir.

4.8 Yasal Sorumluluk İçin Tasarım

Ürünler ve üretim sistemleri oluşturulurken uyulması gereken bazı standartlar olduğu gibi ulusal ve uluslararası kanun, yönetmelik ve mevzuatlarla belirtilmiş yükümlülükler ve bağlayıcı hükümlere de uyulması gerekliliği vardır. Yasal sorumluluk için tasarım aynı zamanda güvenilirlik, kalite, çevre ve üretim için tasarım tekniklerine doğrudan bağlı geliştirilebilecek bir tasarım tekniğidir. Bir ürün için; güvenilirlik, kalite ve çevre unsurları yasal sorumluluk bağlamında üreticinin sorumluluğundadır. Yasal sorumluluk için tasarıma şöyle bir örnek verilebilir: Arabaların egzostlarından çıkacak gazların belirlenmiş limitler içinde bulunması yasal bir zorunluluktur. Buna göre motor tasarımı yapılırken bu faktör göz önünde bulundurularak uygun nitelikte motor üretilmesi gerekmektedir.

4.9 Bakım İçin Tasarım

Bakım için tasarım tekniği, müşteri hizmet maliyetlerini azaltmayı ve müşteri memnuniyetini arttırmayı gerekli kılar. Bir ürünün bakımı ile ilgili faaliyetlerin tasarım aşamasında düşünülüp, optimum bakım sürelerinin belirlenmesi, buna bağlı olarak da değişmesi gereken yedek parça veya malzemelerle ilgili olarak müşterinin bilgilendirilmesi sağlanırken, satış sonrası servis hizmetlerinin planlanmasıyla da ürünlerde beklenmedik arızaların oluşumu engellenir (2).

4.10 Maliyet Esaslı Tasarım

Tasarımın, daha en başından maliyet açısından piyasadaki rakipleriyle rekabet edebilir olmasına ve ana tasarım parametrelerinin bu hususlar dikkate alarak seçilmesine yardımcı olan bir tekniktir. Ürüne ve onu oluşturan yarı mamullere, maliyet esaslı hedefler koyar. Özellikle fiyat duyarlılığı fazla olan ürünlerde piyasadaki hedef kitleleri dikkate alarak, tasarıma katkıda bulunur (Bayraktar, 1997).

4.11 Hata Modu ve Etki Analizi

Hata Modu ve Etki Analizi, müşteri gereksinimlerinin sürekli karşılanması amacıyla hem tasarım hem de üretim kalitesini güvence altına alan ürün ve süreçlerin tasarımında kullanılan önleyici bir yaklaşımdır. Hata modu ve etki analizi, tasarlanan ürünün kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek hataların önceden saptanmasını ve bu hatalardan müşteriye etkisi önemli olanların tasarım aşamasında ortadan kaldırılmasını hedeflemektedir. Ürün hata modu ve etki analizi yönteminde, ürünün işlevleri sorgulanır ve bu işlevlerin yerine getirilmemesi durumunda müşteriye ne gibi bir hata olarak ulaşacağı, hatanın ortaya çıkma olasılığı, hatanın farkına varılma olasılığı ve yaratacağı hasarın önemi araştırılır.

Hata modu ve etki analizi tasarımı, müşteri şikayetleri ve geçmiş dönem hata durumlarını yeniden gözden geçirip, potansiyel tasarım problemlerini tanımlayarak, önleyici faaliyetlerin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Hata modu ve etki analizi sistemi; sistemin her bir parçası, hata modları ve sistemdeki insan, araç/gereç ve çevrenin hataya neden olan etkilerini toplayan bir sistemdir (Doğan, 2000).

Hata modu ve etki analizi; ürün, sistem, ekipman veya ürünü oluşturan bileşenlerin güvenilirliğinin sağlanması çalışmalarında etkili olarak kullanılan bir araçtır. Dolayısıyla hata modu ve etki analizi güvenilirlik güvencesini sağlayan bir tekniktir (Şen vd., 1999).

Ürün hata modu ve etki analizi; ürün tasarımında, üretim hata modu ve etki analizi ise; üretim sürecinin tasarımında kullanılan yöntemlerdir (Doğan, 2000). Hata modu ve etki analizi ile ilgili bazı kavramlar aşağıda tanımlanmıştır:

Hata Modu, belirlenen sistem fonksiyonunu yerine getirmede parçanın ya da ürünün hatalı olması durumudur. **Hata Etkisi** ise hata modunun tüketici ya da ürünün kullanıcısı üzerinde yarattığı etkilerdir.

Hata Nedenleri, hata modunun nasıl oluşacağını belirler ve hata modunun nasıl kontrol edilmesi veya düzeltilmesi gerektiğini tanımlar. Bir hata modunun birden çok nedeni olabilmektedir.

Oluşum, bir analiz ve değerlendirme kriteridir. Hata modlarına yol açabilecek bir nedenin gerçekleşme sıklığıdır. Oluşum sıralama numarası 1 ile 10 arasında değişir. Hatanın oluşma sıklığı çok düşükse 1 değerini, çok yüksekse 10 değerini alır.

Belirleme, sistemdeki kontrol sistemlerinin hata modunu bulma yeteneğini tanımlar. Belirleme ölçeği de 1 ile 10 arasında değişmektedir.

Önemlilik, hata modunun tüketici ya da ürünün kullanıcısı üzerinde yaratacağı etkinin değerlendirilmesidir. 1 ile 10 arasında değişen bir ölçekle temsil edilir.

Risk Öncelik Puanı; oluşum, belirleme ve önemlilik sıralamalarının çarpımı ile hesaplanır (Şen vd., 1999).

Ürün tasarımında ve üretim sürecinde hata modu ve etki analizi uygulaması, müşterilerin potansiyel hata modlarını tanımlamaya yardımcı bir grup yaklaşımdan yararlanmayı gerektirmektedir. Buradaki “müşteri” kelimesi, tüm son kullanıcıları, üretim ve montaj hattı çalışanlarını kapsamaktadır (Doğan, 2000).

Hata modu ve etki analizi uygulamasına başlamadan önce, ele alınacak prosesin iş akış şemasının oluşturulması gerekir. İş akış şemasında tanımlanan operasyonlardan yola çıkılarak, olası hata modları listelenir (Şen vd., 1999). Tasarımı, negatif etkileyecek bileşenlerin öncelikle listesi hazırlanmalıdır. Hata modu, uygunsuz kullanım koşullarından çıkabilecek hataları da öngörmelidir. Örneğin, iç müşteri olan üretim mühendisi tarafından tasarım çizimlerinde kullandığı araç ve gereçler tozlanabilir, yağlanabilir ve sistemin çalışmasını engelleyebilir, bir takım problemlere neden olabilir. Hata modları, ürünün garanti bilgileri, kalite problem raporları ve test sonuçlarının değerlendirilmesi ile tanımlanabilmektedir (Doğan, 2000).

Her hata modunun ortaya çıkmasını sağlayan nedenler ve nedenlerin oluşum sıklıkları, hata etkilerinin önem düzeyleri ve sistemin hata modunu belirleme sıklığı belirlenerek tablolanır. Bu değerlerin belirlenmesinden sonra her hata moduna ait risk öncelik puanı hesaplanarak büyükten küçüğe sıralanır. Risk öncelik puanı ne kadar büyükse hata o kadar önemlidir. Risk öncelik puanı değeri 100’den büyük olan hata modları kritik hata modlarıdır. Bu hata modlarının önlenmesi için gerekli görülen düzeltici faaliyetler uygulanır (Şen vd., 1999). Böylece önemli hatalar ortaya çıkmadan tasarım aşamasında önlenmiş olmaktadır. Günümüzde hata modu ve etki analizi, otomobil üreticileri başta olmak üzere bir çok üretim işletmesinin yanı sıra hizmet işletmelerinde de başarılı olarak uygulanmaktadır (Doğan, 2000).

4.12 Taguchi’nin Kararlı Tasarım (Robust Design) Yaklaşımı

Eşzamanlı mühendislik, Taguchi’nin “off-line” ve “on-line” metodolojisinin genişlemesidir (Cengiz ve Yayla, 1997). Genichi Taguchi tarafından geliştirilmiş olan “Güçlü Tasarım”

(Robust Design) kavramı ile, tasarım faaliyetlerine odaklanarak, düşük maliyetle, ürün ve süreçlerin performansının hızlı bir şekilde artırılması hedeflenir (Fıkırkoca, 2000).

Japon mühendisleri hedeflenen kalitedeki ürünü üretebilmek için geleneksel süreç kontrolünden başka yöntemler aramışlardır. Üretim süreci değişikliklerinden ve çevre faktörlerinden etkilenmeden, hedeflenen kaliteyi sağlayabilmek için kalitenin ürün ve süreç ile tasarımı gerektiğini savunmuşlardır (Doğan, 2000).

Ürün ve süreç tasarımında kalitenin geliştirilmesi konusunda en önemli katkıyı yapan Genichi Taguchi Japonya'nın endüstriyel ürün ve süreç geliştirmesinde 1940 sonlarından beri aktif olarak yer alan bir Japon makine mühendisidir. Ağırlıklı olarak istatistiksel kavram ve araçlara, özellikle istatistiksel deney tasarımına dayalı kalite geliştirme için hem felsefe hem de metodoloji geliştirmiştir (Saat, 2000).

Kalitenin üretimden önce, tasarım aşamasında başladığını öne sürerek kalite düşüncesinde devrim yapan Taguchi'nin kalite felsefesi incelediğinde, başlıca iki temel ilke görülmektedir. On-line yöntemler, üretim sürecinde kullanılır ve istatistiksel süreç kontrolü, kontrol şemaları gibi yöntemleri içermektedir. Off-line yöntemler ise, üretim süreci dışında kullanılmaktadırlar. Deney tasarımı ve güvenilirlik testleri gibi yöntemleri kapsarlar. On-line kalite kontrol yöntemleri ile ancak üretim sırasında oluşacak kayıplar önlenmektedir. Örneğin, üretim tekniğinden kaynaklanan kayıplar giderilemez. Bunun için süreçte değişiklik yapmak gerekmektedir. Off-line yöntemlerde ise, önce ürün, sonra bu ürünün üretilebileceği, süreç tasarımı yapılmaktadır. Böylece bu gibi kayıplar en başta önlenmiş olmaktadır. Taguchi'nin kalite kontrol kavramına yaklaşımı kayba neden olabilecek durumların baştan yok edilmesidir.

Off-line yöntemler:

- a. Müşteri gereksinim ve beklentilerini tamamen tanımlama,
- b. Müşteri beklentilerini karşılayacak bir ürünü tasarlama,
- c. Sürekli ve ekonomik olarak üretilebilir bir ürünü tasarlama,
- d. Donanım, prosedürler, standartlar ve uygun özelliklerin açık bir biçimde geliştirilmesini kapsamaktadır .

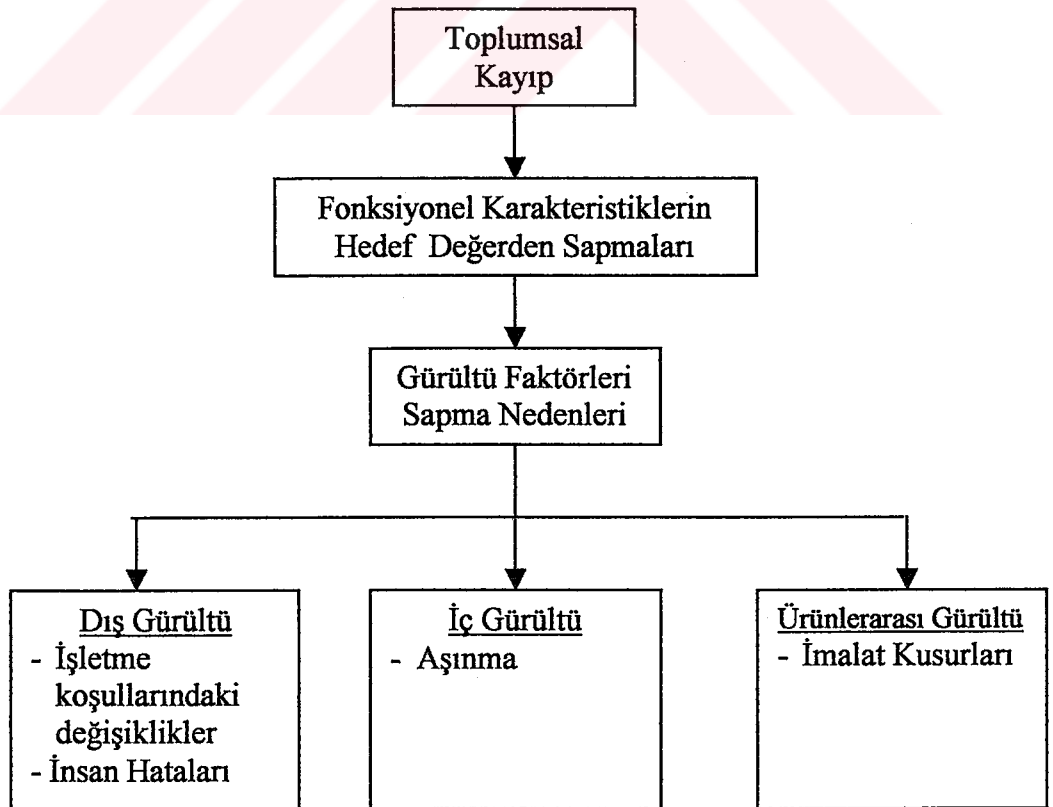
Off-line kalite kontrol işlevlerinin amacı, üretilebilir ve güvenilir ürün geliştirmek ve ayrıca ürün geliştirme ve ürün yaşam maliyetlerini azaltmaktır (Doğan, 2000).

Taguchi'nin kalite felsefesi yedi noktada özetlenebilir (Saat, 2000):

1. Ürün kalitesinin önemli bir boyutu, o ürünün kalitesizliğinin toplumda yol açabileceği toplam kayıp olarak ifade edilebilir.

2. Rekabetçi bir ekonomide işletmenin varlığını sürdürebilmesi için kaliteyi sürekli olarak geliştirmesi ve maliyetleri düşürmesi gereklidir.
3. Sürekli kalite geliştirme programları, ürünün performans karakteristiklerinin hedef değerlerden sapmalarının kayda değer miktarda azaltılmasını içermelidir.
4. Ürün performansındaki değişim sonucunda ortaya çıkan ve müşterilerin katlandığı kayıp, yaklaşık olarak, performans karakteristiğinin hedef değerden sapmasının karesi ile doğru orantılıdır.
5. Ürünün nihai kalite ve maliyeti, önemli oranda ürünün ve imalat sürecinin mühendislik tasarımları tarafından belirlenir.
6. Ürün veya sürecin performans sapma, ürün ve süreç parametrelerinin performans karakteristikleri üzerindeki eğrisel etkileri giderilerek azaltılabilir. Ürün performansının iyi olabilmesi için, tüm parametrelerin ideal değerde olması gerekir.
7. İstatistiksel olarak tasarlanan deneyler, ürün ve süreçteki sapmaları en aza indirecek olan parametrelerin belirlenmesinde kullanılabilir. Deneysel tasarımın hedefi, ürün ve sürecin performansını etkileyen ancak kontrol edilemeyen faktörlerden en az etkilenecek bir kontrol edilebilen tasarım parametreleri kombinasyonu oluşturmaktadır.

Bir ürünün kalitesi, o ürünün kullanımı sırasında toplumda neden olduğu zararın parasal değeri olarak tanımlanır. Bir ürünün fabrikadan tüketiciye sevkinden sonra ortaya çıkan toplumsal kayıp, bu ürünün talebini etkileyen en önemli faktördür. Bu kayıp müşterinin memnuniyetsizliği, yenileme veya tamir maliyetleri, pazardaki imaj kaybı ve pazar payı kaybı olarak ifade edilebilir ve kayıp ne kadar küçük olursa talep de o kadar artacaktır. Taguchi'nin topluma olan kayıp düşüncesi Şekil 4.7'de gösterilmektedir.



Şekil 4.7 Topluma olan kaybın yapısı (Saat, 2000)

Taguchi oldukça istatistiksel olan yaklaşımına bağlı kalarak, bir ürünün yalnızca spesifikasyonlara uymaması durumunda değil, aynı zamanda bir hedef değerden sapması durumunda da bu kaybın ortaya çıkacağını ifade etmektedir. Burada sözü edilen toplumsal kayıp, ürünün kullanım amacına, dolayısıyla tüketici gereksinimlerine uygunsuzluğu, kendisinden beklenen performans düzeyine ulaşamaması ve kullanımı sırasında ortaya çıkan zararlı yan etkilerden kaynaklanmaktadır (Saat, 2000).

Ford şirketi'nin 1980'lerdeki bir deneyimi, parça üretiminde hedef değerden sapma sonucunda oluşan değişkenliğin, işletmeye parasal kayıp olarak döndüğünü ortaya koymuştur. Ford şirketi, imal etmekte olduğu otomobillere şanzıman üretmek üzere iki ayrı firmaya sipariş vermiştir. Tedarikçi firmalardan biri Ford şirketinin Amerika'daki kendi üretim tesisi, diğeri ise Japon Mazda firmasıdır. Her iki firma da şanzımanları, Ford'un spesifikasyonlarına uygun olarak üretilip teslim ederler. Garanti süresi içinde şanzıman sorunlarından kaynaklanan garanti talepleri ortaya çıkar. Ford yetkilileri sorunlu şanzımanları üretici firmaya göre sınıflandırdıklarında, Amerikan firmasının ürettiği parça grubunun sayısal olarak diğerinden birkaç kat daha fazla olduğunu görürler. Bunun üzerine parçaların bazı kritik performans değerlerinin olasılık dağılımlarını hesaplarlar. Burada her iki firmanın ürettiği parçaların performans ortalamaları aynı olmakla birlikte, Amerikan firmasının parçalarının performanslarının standart sapması, dolayısıyla varyansı Mazda'ninkilerden daha fazladır. Bu durumda Amerikan firmasının parçaları daha sık arıza yapıp Ford'un maliyetlerini arttırmaktadırlar.

Taguchi, daha önce sözü edilen ikinci ilkesinde yer alan tasarım kavramını, kalite sağlama aşaması olarak hem ürün tasarımı için hem de süreç tasarımı için üç kalite aşaması biçiminde tanımlamıştır. Bunlar, sistem tasarımı, parametre tasarımı ve tolerans tasarımı aşamalarıdır (Saat, 2000).

4.12.1 Sistem Tasarımı

Sistem Tasarımı, kalite karakteristiğinin hedef değerinden sapmasız ve minimum değişkenliğe sahip olarak, ürünün istenilen ve gerekli olan fonksiyonlarını gerçekleştiren bir temel prototip tasarımın geliştirilmesini ifade etmektedir. Bu adım hammadde, parça, eleman ve montaj sisteminin seçimini içerir.

4.12.2 Parametre Tasarımı

Sistem tasarımı oluşturulduktan sonra geçilecek adım, ürünün fonksiyonel sapmalarını minimize edecek olan, sistemdeki her bir elemanın parametreleri için optimal seviyelerinin araştırılmasıdır. Taguchi'ye göre maliyetin indirgenmesinde ve kalitenin geliştirilmesinde en etkin aşama parametre tasarımıdır.

Her iki parametre tasarımında da amaç, üründe ve süreçte varyansın (hedef değerden sapmanın, yani kalitesizliğin) minimize edilmesidir. Varyansa neden olan iki tür faktör bulunmaktadır. Bunlar kontrol edilebilen faktörler ve gürültü faktörleridir (kontrol edilemeyen faktörler).

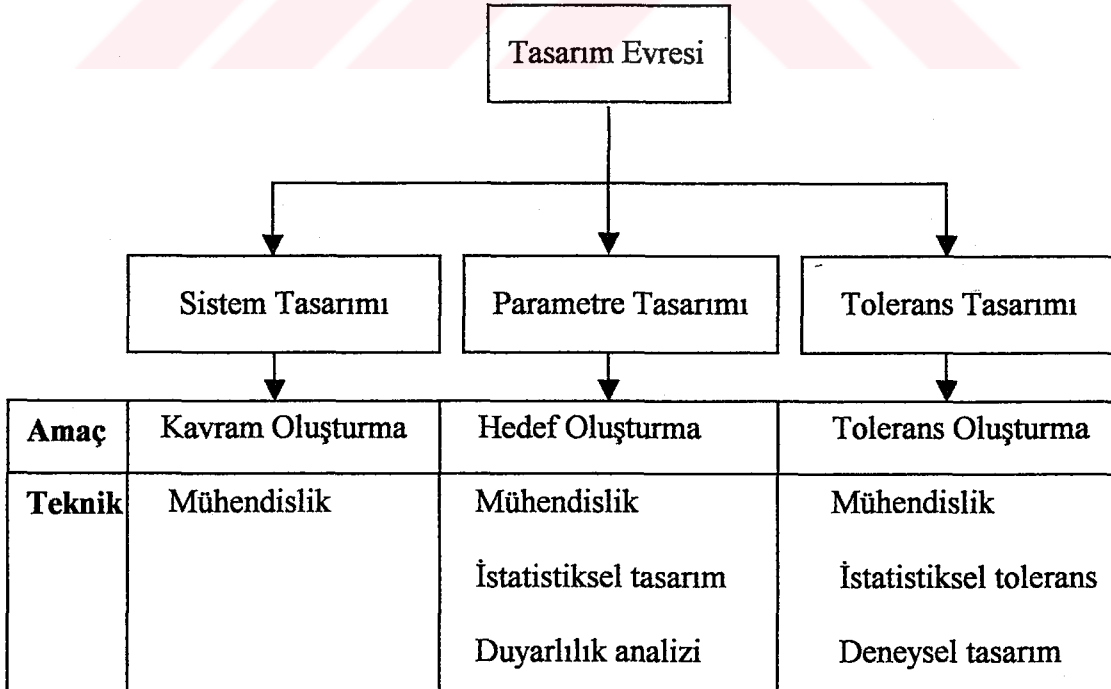
Gürültü faktörleri kontrol edilmesi çok zor ve çok pahalı olan, ya da kontrolü imkansız olan faktörlerdir. Ürünün fonksiyonel karakteristiklerinin hedef değerden sapmasına neden olan, bir başka deyişle kalitesizliğe yol açan gürültü faktörleri; iç gürültü faktörleri, dış gürültü faktörleri ve ürünler arası gürültü faktörleri olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır. İç gürültü faktörleri, üretilen ürünün belirlenen karakteristik değerlerinden sapmasına neden olan faktörlerdir. Bunlar imalat hataları, ürün aşınması vb. dir. Dış gürültü faktörleri ise, ısı, nem oranı, toz, voltaj düzeyi, üretimdeki insan değişkenliği gibi çevresel faktörlerdir. Bunlar ürünün belirlenen karakteristik değerinden ortaya çıkan sapmayı artırıcı yönde etki yaparlar. Ürünler arası gürültü faktörleri aynı spesifikasyona göre imal edilmiş olmalarına karşın parçalar arasında görülen farklılıklardır. Örneğin enjeksiyon yoluyla yapılan plastik döküm işleminde, ısı ve nem dış gürültü faktörlerini, makinelerin yaşı ve üretim sürecindeki toleranslar iç gürültü faktörlerini, imalattaki hatalar ürünler arasındaki gürültü faktörlerini oluşturmaktadır. Parametre tasarımı aşamasında gürültü faktörlerine karşı kontrol edilebilen faktörlerin değerlerini optimal olacak şekilde belirlenmesi, ürün ve süreçteki varyansı minimuma indirebilir. Taguchi bu amaçla yapılan ürün ve süreç tasarımına robüst tasarım demektedir. Burada robüst, kontrol edilemeyen faktörlere, örneğin, nem, toz, ısı, yol durumu gibi çevre koşullarına, müşterilerin bu ürünü kullanımındaki farklı uygulamalara ve malzemelerdeki farklılıklara karşı duyarsız, yani onlardan etkilenmeyen, ürün ve süreç anlamında kullanılmaktadır. Bir ürün veya sürecin robüstlüğü, bu ürün veya sürecin performansı ve kontrol edilemeyen faktörlerin bu performansı etkilemesi açısından tanımlanmaktadır. Taguchi gürültü faktörlerinin kalite üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ya da ortadan kaldırmak, bir başka deyişle robüst tasarıma ulaşmak için deney tasarımı uygulamasını önermiştir.

4.12.3 Tolerans Tasarımı

Sistem tasarımını tamamlayıp, sistemi oluşturan elemanların parametrelerinin optimal değerleri belirlendikten sonra oluşacak kalite kaybı sonucunda katlanılacak kalite maliyeti, oluşan bu kayıp ile birlikte değerlendirilerek her bir parametre (faktör) için tolerans elde edilir. Tolerans sınırları daraldıkça ürün daha maliyetli olarak üretilir, çünkü üretim maliyetleri artacaktır. Üretim maliyetlerindeki artışın nedeni üretim hattının daha sıkı kontrol edilmesi ve bozuk ürünlerin ayıklanmasıdır. Diğer taraftan tolerans sınırları genişledikçe, ürünün ilgilenilen fonksiyonunun hedef değerden sapmaları da büyüyecektir. Bunun sonucu olarak kalite kayıpları da artacaktır. Tolerans tasarım adımı en ekonomik tolerans belirlenir. Belirlenen bu toleranslar, hedef değerden kabul edilebilir sapmalara göre ürün maliyetini minimize eder (Akalin, 2001).

Taguchi yaklaşımında sistem ve parametre tasarımı bir yandan daha yüksek kalite elde ederken aynı zamanda maliyetleri düşürme olanağı sağlamaktadır. Tolerans tasarımı ise daha yüksek kalite için daha yüksek maliyetlere katlanmayı zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle Taguchi yaklaşımında sistem tasarımı ve özellikle parametre tasarımının önemi çok fazladır. Taguchi parametre tasarımı için deney tasarımı uygulamasını önermiştir (Saat, 2000).

Kalite yaratmak için kullanılan üç tasarım aşaması Şekil 4.8’ de özetlenmiştir.



Şekil 4.8 Tasarımın üç aşaması (Saat, 2000)

5. EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK SÜRECİNE TEDARİKÇİLERİN KATILIMI

Ürün geliştirme sürecinde ardışık ürün geliştirme yöntemini terk ederek eşzamanlı mühendislik felsefesini benimseyen işletmeler pozitif sonuçlar elde etmişlerdir. Eğer tedarikçiler de eşzamanlı olarak ürün geliştirme sürecine katılırsa elde edilecek sonuçlar daha büyük olacaktır.

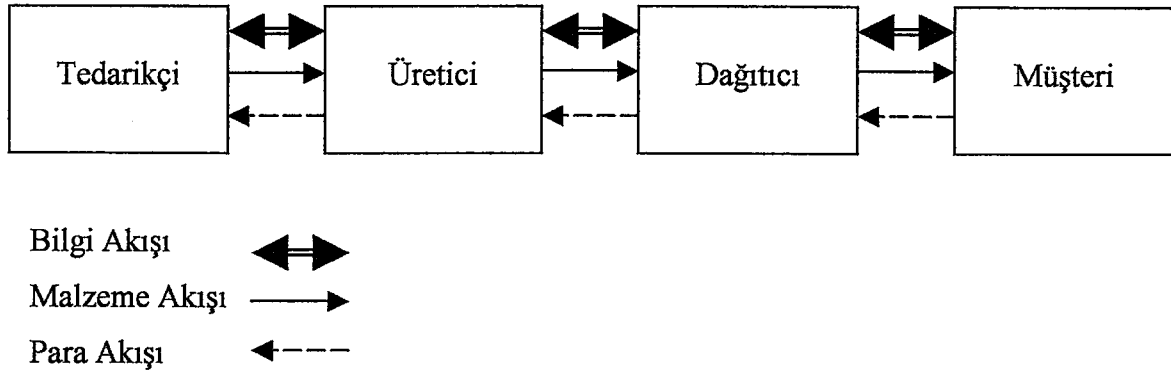
5.1 Tedarik Zinciri Kavramı İle İlgili Genel Bilgiler

Tedarik zinciri kavramını açıklamadan önce tedarik kelimesinin sözlük anlamına bakmak gerekir. Tükçe’de tedarik kelimesi, “gereksinim duyulan bir şeyi ele geçirme, sağlama, edinme” anlamına gelmektedir (Türkhan ve Türkhan, 1988). Toplam kalite yönetimine göre bir işletme içerisinde yer alan birimler birbirlerinden mal veya hizmet alıyorsa aralarında müşteri-tedarikçi ilişkisi vardır Kendisinden önceki bir sürecin çıktısını kendi uğraşı olan süreçte girdi olarak kullanan iç müşteri, iç müşteriye çıktısını veren ise tedarikçi olarak isimlendirilmektedir (Demir, 2000). Bu nedenle kimi yazarlar tedarik zinciri kavramını işletmenin içi veya dışı ile ilgili olarak ikiye ayırmaktadırlar. İç tedarik ile ilgili olan tedarik zinciri tanımı, firmanın kendi içindeki müşteri-tedarikçi ilişkilerine odaklanmakta; dış tedarik ile ilgili olan tedarik zinciri tanımı firmanın dış tedarikçileriyle olan ilişkilerine odaklanmaktadır (Hines ve Rich, 1997). Bu çalışmada tedarik zinciri ifadesiyle firma ile dış tedarikçileri arasındaki ilişkiler incelenecektir.

5.1.1 Tedarik Zinciri Tanımı

Bir şirketin tedarik zinciri; hammadde üreticileri, hammadde ve yarı mamulleri işlenmiş ürüne dönüştürenler yani imalat işlemleri sırasında tedarik işleri ile uğraşanlar ve bunun ardından bitmiş ürünleri dağıtım kanallarında nihai tüketiciye kadar ulaştırılması sırasında değer yaratan bütün unsurlardır. Bu tanımı tüketici açısından ifade ettiğimiz taktirde, tedarik zinciri bir ürün veya servis için talepleri yerine getirmek üzere gereken değeri meydana getiren aşamaların veya unsurların tamamıdır (Yaman, 2001).

Zincir hammaddenin yeryüzünden çıkarılması ile başlar ve ürün tekrar kullanıldığında veya atıldığında sona erer. Ürünün veya hizmetin alıcıya ulaşana kadar geçtiği tüm basamaklar tedarik zincirinin bileşenlerini oluştururlar. Basit bir tedarik zinciri, tedarikçi (ara ürün sağlayıcısı), üretici, dağıtıcı (bayi) ve müşteri (alıcı) olmak üzere Şekil 5.1’deki gibi dört bileşen içerir (8).



Şekil 5.1 Tedarik zinciri elemanları (8)

Sınırlarının bitiş noktasında tüketici ve uç noktasında hammadde temin ve tedarik edenler yer almaktadır. Merkezde ise üretim vardır. Tedarik zinciri müşteriler açısından bakıldığında bir ürün veya hizmet için talepleri yerine getirmek üzere üretim, dağıtım, pazarlama, lojistik ve servis kademelerini de içine alan unsurların tamamıdır. Tedarik zinciri; başlangıcından son halkasına kadar yayılan işletmelerin bir parçası olarak tek bir işletmeyi görmenin sistem düzeyinde yaklaşımı olduğu açıkça görülmektedir (Yaman, 2001).

5.1.2 Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetim sistemi; şirketin dışındaki tedarik işlerini sağlayanların yönetilmesi ve bunlarla etkin çalışması için şirketin iç kaynaklarını bir bütün halinde ele alan temel bir işletme sistemi olarak tanımlanmaktadır (Yaman, 2001). Tedarik zinciri yönetimi ile; tedarikçi, üretici, toptancı, dağıtıcı ve müşteri zincirindeki malzeme, bilgi ve para akışının koordine edilmesi ve yönetilmesi sağlanır. Tedarik zinciri yönetimi ile sadece şirket içindeki entegrasyon değil, tedarik zincirini oluşturan tüm şirketlerin entegrasyonu sağlanmaktadır (9). Burada amaç, şirketin imalat kapasitesinin artırılması, piyasaya karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini üstlenenler arasında ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla şirketin çalışmasının ileriye götürülmesidir (Yaman, 2001).

Başka bir tanıma göre tedarik zinciri yönetimi, tüketiciye ürünleri doğru miktarda, doğru yerde ve doğru zamanda temin edebilmeyi sağlayan, ürün ya da hizmetin üretilmesinde gerekli olan birimlerin etkin olarak entegre edilmesi ile, tüm sistem boyunca verimlilik ve etkinlik sağlayarak müşteri hizmet gereklerini yerine getirebilmektir.

Tedarik zinciri yönetiminde temel amaç müşteri tatminini artırırken karı maksimize etmek ve daha verimli, daha düşük maliyetle çalışmaktır. Hizmet seviyesini arttırmak için müşteriye ulaştırma süresi düşürülmeli, israflar elenmelidir.

Tedarikçi ile üretici firmanın işbirliği içerisinde çalışması tedarik zinciri yönetiminin başarımını arttıran önemli bir faktördür. Rekabet arttıkça, bir talebin eksiksiz olarak karşılanmasının önemi, bir başka deyişle müşteri memnuniyetinin önemi daha da artmaktadır. Bu da tedarik zincirindeki tüm ortakların birbirleri arasında kuracakları bir tedarik zinciri iletişim ağı gereksinimini ortaya çıkarmaktadır (Eren vd., 2001). Tedarik zincirinde faaliyetler birbirini takip ettiğinden dolayı gerçekleşen bazı operasyonların birden fazla tekrarlanma ihtimali olabilmektedir. Eğer tedarik zinciri üyeleri arasında iyi bir iletişim ve entegrasyon sağlanırsa bu gereksiz tekrarlardan kurtulmak mümkün olabilir (Aydın vd., 2000). Ayrıca bu ortaklar arasındaki aktivitelerin eşzamanlı olarak yürütülmesi önem taşır. Eşzamanlı olarak işleyen tedarik zincirinde müşterinin isteklerini karşılamak için gereken bilgilerin elde edilmesi çok daha çabuk ve güvenilir olmaktadır. Eşzamanlı çalışmayı mümkün kılan tedarik zinciri uygulamaları, fiyat verimliliği ve hizmet kalitesi yüksek tedarik zincirlerinin oluşmasında büyük rol oynayacaklardır (Eren vd., 2001).

5.1.3 Tedarikçilerle Çalışmanın Gerekliliği

Günümüzde rekabet koşulları sürekli olarak değişmektedir. Rekabet daha çetin ve daha küresel bir hal almıştır. Global sermaye hareketleri çoğalmış ve ithal edilen sermaye ve teknoloji yerel sanayi için ciddi bir tehdit oluşturmaya başlamıştır. Gümrük koruma duvarlarının ortadan kalkması bu süreci kolaylaştırıcı bir etki yapmaktadır ve global anlamda rekabetçi olamayan kuruluşların ayakta kalmaları güçleşmektedir. Tüketicilerin istekleri çeşitlenmiş ve giderek farklılaşmaya başlamıştır (10).

Artan müşteri isteklerini karşılayarak rekabet avantajı elde edebilmeleri için işletmelerin yüksek kaliteli ve düşük maliyetli ürünler üretebilmesi ve bunları kısa sürede pazara sürebilmeleri gerekmektedir. Fakat hiçbir işletme tek başına bu amacı gerçekleştiremez. Günümüzde tedarikçilerle çalışmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Bunun çok sayıda sebebi vardır.

Bazı durumlarda üretici firmalar için bir parçayı kendisi üretmek yerine tedarikçilerden daha az maliyetle, daha kaliteli ve çabuk bir şekilde temin etmek mümkün olabilmektedir (Yoon ve Naadimuthu, 1994).

Bunun yanı sıra karmaşık, yüksek kaliteli parçaların üretilmesi gerekliliği tedarikçilerin stratejik öneminin artmasını sağlamıştır. Ayrıca farklı teknolojilerin birleşmesiyle ortaya çıkan mekatronik (mekanik-elektronik), optoelektronik (optik-elektronik) gibi yeni

teknolojiler farklı endüstriler arasında işbirliğini gerektirmektedir. Örneğin bir otomobil üretimi için makine mühendisliği, elektronik, yarı iletkenler, robotlar, bilgisayar yazılımları gibi çok değişik uzmanlık alanlarından yararlanılmaktadır. Bir firmanın bu kadar farklı alanlarda teknoloji ve uzmanlığa sahip olması mümkün değildir. Bu nedenle tedarikçilerle çalışmak işletmeler için bir zorunluluk haline gelmiştir (Shenas ve Derakhshan, 1994).

5.1.4 Geçmişten Günümüze Üretici-Tedarikçi İlişkileri

Geleneksel üretim anlayışında tedarikçilerle olan ilişkiler basit sözleşmelerle düzenlenmektedir. Tedarikçilerin ürettikleri parçalar genellikle standartlaşmış parçalardır. Değişim hızı yavaştır. Tedarikçiler her ne kadar mükemmel kaliteye ulaşmasalar da ürün kalitesi yüksektir. Firmalar çok sayıda tedarikçiye sahiptir ve tedarikçilerle olan ilişkiler mesafeli, resmi ve kısa sürelidir. Ana firma gerekli spesifikasyonları ve performans parametrelerini içeren çizimleri tedarikçiye gönderir. Tasarım spesifikasyonları oldukça açık bir şekilde ifade edilir. Tedarikçi firmanın üretim yeteneği konusunda çok az bilgi vardır. Tasarımcı üretilebilirlik, montaj kolaylığı gibi bilgilerden yoksun olarak ürünü kendi başına tasarlar. Tedarikçinin üretim mühendisi ürünü üretebilmek için bazı değişiklikler yapabilir. Fakat bu değişiklikleri yapmak zordur çünkü ürün spesifikasyonları açık bir şekilde belirlendiğinden firma ile tedarikçi arasında problemler ortaya çıkmaktadır. Eğer değişiklik yapılmazsa da üretim maliyeti artabilir veya ürünün üretilmesi imkansız olabilir. Kısaca ürün tasarlanırken üretilebilirlik göz önüne alınmadığı için problemler ortaya çıkmaktadır. Fakat bu problemler ürünü firmanın kendisinin üretmesine göre daha büyük olmaktadır. Çünkü tedarikçi firmalar teknolojik, organizasyonel, kanuni ve fiziki yönden tamamen farklı işletmelerdir (Shenas ve Derakhshan, 1994).

Tedarik zinciri yönetimi literatürüne bakıldığında yukarıda açıklamaya çalışılan üretici-tedarikçi ilişkileri, Japon tarzı üretici-tedarikçi ilişkisi ve Amerikan tarzı üretici-tedarikçi ilişkisi olarak ikiye ayrılmaktadır.

Japon ana ve yan sanayi ilişkilerinde yakın grup ilişkilerinin temel olduğu artık iyi bilinen bir gerçektir. İlişkiler uzun süreli, şirketler arası iletişim sık ve yoğun olmaktadır. Kaliteyi ve üretimdeki verimi artırmak için şirketler sorunları bir arada çözmektedirler. İlişkilerde karşılıklı bağımlılık ve güven unsuru ön plandadır.

Geleneksel Amerikan ana ve yan sanayi ilişkileri ise tam tersine güvensizliğe dayalı, kısa vadeli ilişkilerle tarif edilmektedir. Yan sanayi firmaları arasında temel seçim kriteri parça

fiyatıdır. Ancak dünya çapında artan rekabet ve Japon sistemlerinin birçok açıdan üstünlüğünün fark edilmesiyle artık Amerika’da da sözleşme sürelerinin uzadığı, yan sanayi firması sayısının azaltıldığı ve aralarındaki rekabetin sadece fiyat değil, kalite, teslimatta düzenlilik ve mühendislik yetenekleri üzerine kurulduğu gözlenmektedir (Wasti ve Wasti, 2000).

5.2 Eşzamanlı Mühendisliğin Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri

Sürekli artan rekabet, işletmelerin tasarım sürecinden beklentilerini artırmıştır. Bu beklentileri üç ana başlıkta toplamak mümkündür (10):

1. Ürün geliştirme süreci, ürün maliyetini düşürmelidir.
2. Ürün geliştirme süreci, ürünün pazara intikal süresini kısaltmalıdır. “Pazara zaman” olarak adlandırılan bu süre, ürünün kavramsal evresinden ticarileştirilmesine kadar geçen süredir.
3. Süreç ürün kalite ve çeşitliliğini artırmalıdır.

İşletmeler yukarıda sayılan faydaları elde edebilmek için eşzamanlı mühendislik yöntemini uygulamaktadırlar. Fakat çoğunlukla işletmeler, tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine katılımını ihmal etmektedir. Eşzamanlı mühendislikten tam anlamıyla yararlanabilmek için kapsamının tedarikçileri de içine alacak şekilde genişletilmesi gereklidir (Sullivan ve Parsaei, 1993).

Üretim süreçleri son birkaç yılda hızla gelişmektedir. Rekabette başarılı olma ve öne çıkma anlamında geçtiğimiz on yılı birbirinden farklı olarak tanımlayabiliriz. Buna göre, kaba bir ayırımla, 1980’li yılları “Çizim” dönemi olarak adlandırabiliriz. 1990’lı yıllar bu anlamıyla “Modelleme” dönemi ve son olarak 2000’ler “Tasarım” dönemi olarak değerlendirilebilir. Dönemler arasındaki farklılıklar ve her birini diğerinden ayıran temel ve anahtar kavramlar, genel hatlarıyla Çizelge 5.1’de gösterilmektedir.

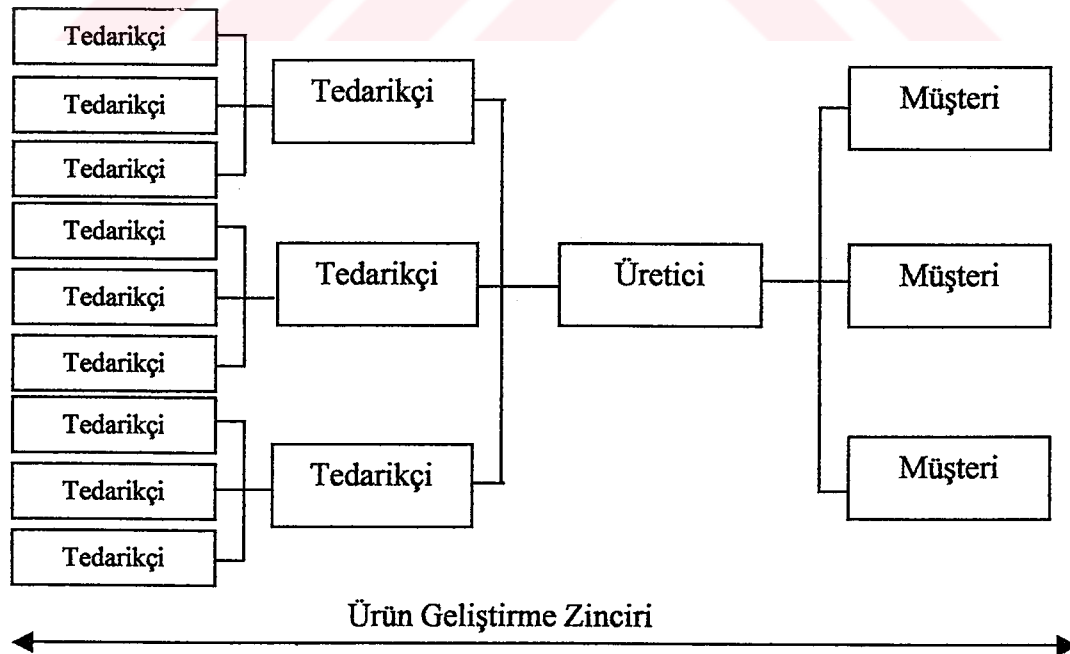
Çizelge 5.1 Üretim süreçlerinde ortaya çıkan gelişmeler (Görücü, 2000)

	1980'ler "Çizim"	1990'lar "Modelleme"	2000'ler "Tasarım"
Proses Yönelimi	Düşük maliyet	Pazara çıkış zamanı	Yenilik
Teknoloji Yönelimi	Verimlilik	Veri paylaşımı	Entellektüel sermaye
Ürün Geliştirme Yöntemleri	Ardışık tasarım süreci	İşletme ölçeğinde eşzamanlı mühendislik	İşletmeler arasında eş zamanlı mühendislik ve ortak çalışma
Organizasyonel Yönelim	Departman bazında	Proje takımları	Değer zinciri (Value Chain)

Çizelge 5.1’den de görüleceği üzere, 1980’lerde ürün geliştirme yöntemlerinde düşük maliyet önemli bir kriter iken, 1990’larda ürünün pazara çıkış hızı ya da süresi önemli olmuştur. “Tasarım” döneminde ise, yenilik ana kriter olarak kendisini göstermektedir. Teknolojik yönelim ya da odaklanma ise verimlilikten, veri paylaşımına, oradan da entelektüel sermayenin karşılanmasına varmaktadır. 1980’lerde ürünün üretim süreci, bir dizi aşamalardan oluşmaktaydı. “Modelleme” döneminde, işletme ölçeğinde eşzamanlılık gündeme geldi ve uygulama alanı buldu. Yeni dönem, işletmeler arasında ortak çalışmanın önemli olacağını göstermektedir. “Çizim” döneminde işletmeler departman bazında bir organizasyona yönelirlerken, “Modelleme” döneminde farklı proje takımları ya da grupları oluşmuştur. Buradan ilerisi ise, değer zinciri denilen bir süreç olacaktır. Değer zincirinden kasıt, tasarım verilerinin, analiz ve imalat süreçleri içerisinde ve bunların sağladıkları değerler ile oluşturulmasıdır (Görücü, 2000). Şimdi kısaca işletmeler arası eşzamanlı mühendislik uygulamasının tedarik zinciri üzerindeki etkilerini inceleyelim:

5.2.1 Tedarikçilerin Ürün Geliştirme Sürecine Erken Katılımı

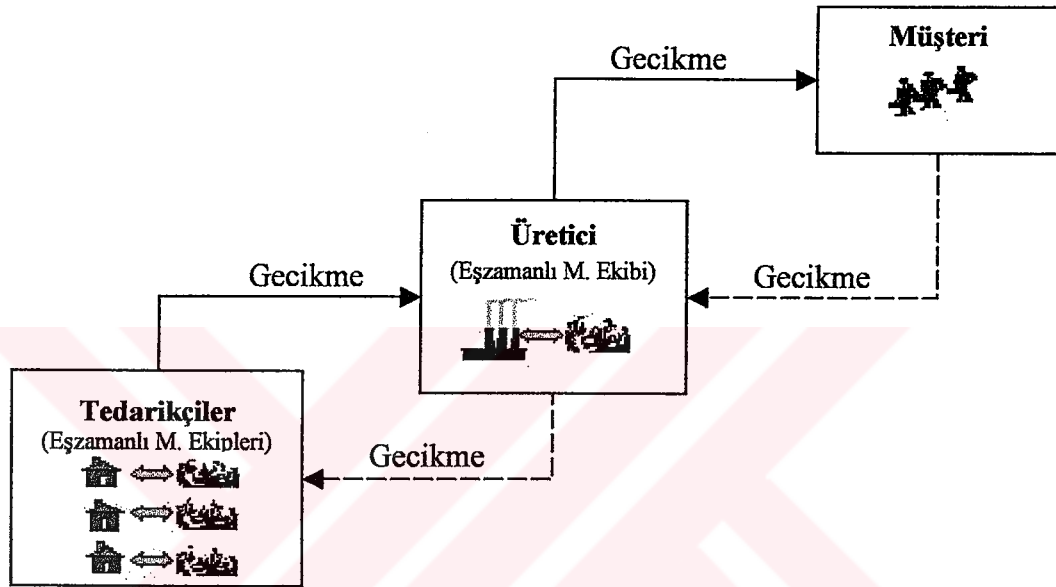
Üretici firma ile tedarikçileri arasında yer alan ürün geliştirme zinciri basit olarak Şekil 5.2’de gösterilmiştir. Esasen ürün geliştirme zincirleri şekilden daha karmaşık bir yapıya sahiptir (Chuang ve Grady, 2001).



Şekil 5.2 Ürün geliştirme zinciri (Chuang ve Grady, 2001)

Bu zincirde müşteriden yeni bir ürün siparişi alındığında veya pazardaki müşteriler için bir ürün tasarlandığında üretici firmanın tasarım ekibi bu ürünü geliştirmek için toplanarak

çalışmaya başlar. Ürünü üretici firma tamamen kendisi üretemeyeceğinden, ürünlerini üretmek için tedarikçilere gereksinim duyacaktır. Üretici firma gerekli olan parçaların üretilmesi için tedarikçilere ürün siparişi verir. Tedarikçilerde bu ürünleri üretmek için kendi tasarım ekibini toplar. Ve bu tüm zincir boyunca devam eder. Bilgi akışının tüm tedarik zincirine yayılmasının ardından, daha sonra ürün üretimi gerçekleştirilir ve ürün son kullanıcıya ulaşınca kadar uzun bir süre geçer. Şekil 5.3’de bir tedarik zincirinde eşzamanlı mühendislik yönteminin ardışık olarak uygulanması gösterilmiştir (Wu vd., 2001).



Şekil 5.3 Tedarik zincirinde geleneksel ürün geliştirme (Wu vd., 2001)

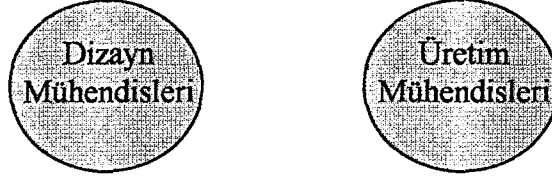
Bu süreç daha önce incelenen ardışık ürün geliştirme yönteminin aynısıdır. İki süreç arasındaki fark ürün geliştirmede yalnızca organizasyonun kendi departmanları değil tedarikçilerin de ardışık ürün geliştirme sürecine dahil olması ve bu ürün geliştirme sürecinin daha da uzaması ve karmaşıklaşmasıdır.

Bu tür bir ürün geliştirme yönteminde zaman kaybının yanı sıra ürün tasarlanırken tedarikçilerin üretim kabiliyeti, kolay üretilebilirlik gibi dışsal faktörler göz önüne alınmadığından çok sayıda hata ortaya çıkmakta, maliyet artmakta ve tedarikçilerle sorunlar yaşanmaktadır. Eşzamanlı mühendislik sürecine tedarikçilerin dahil edilmesi, tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine iş işten geçmeden erken katılmasını sağlar.

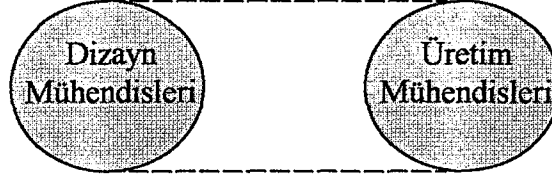
Şekil 5.4’de ürün tasarımının bugüne kadar geçirdiği aşamalar gösterilmiştir. İlk aşama en basit yöntem olan Ardışık Ürün Geliştirme yöntemidir. Daha sonraki aşama işletme ölçeğinde eşzamanlı mühendislik yönteminin uygulanması, yani bölümler arası engellerin ortadan kalkarak işletme içinde işbirliği ve takım çalışmasının sağlanmasıdır. Üçüncü ve en son aşama

ise işletmeler arasında eşzamanlı mühendislik ve ortak çalışmanın gerçekleştirilmesi yani ürün tasarımına tedarikçilerin ve müşterilerin de dahil olmasıdır.

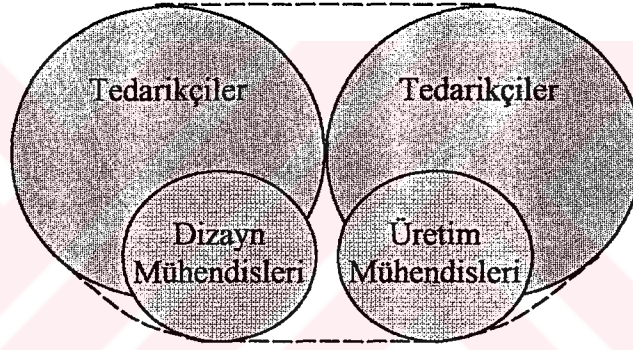
1. Seviye: Kutuplar Ayrı



2. Seviye: Birleşme



3. Seviye: İşbirliği



Şekil 5.4 Ürün geliştirme sürecinde ortaya çıkan gelişmeler (Albayrak, 1999)

5.2.2 Zamana Dayalı Rekabet Gücünün Artması

İşletmelerin satıcı ve alıcı işletmeler ile oluşturdukları zincirin her aşamasındaki rekabet, işletmeleri yeni arayış ve stratejilere yönlendirmektedir. Değişen pazar koşullarında üstün bir pozisyonun oluşturulması, tüm organizasyon kaynaklarının birleştirilmesini gerektirir. Bu bağlamda, işletmeler stratejik olarak göreceli bir avantaj elde etmek ve bu üstünlüğü sürdürmek için organizasyon kaynaklarını çok iyi şekilde değerlendirmeli ve amaçları doğrultusunda kullanabilmelidir.

Genel olarak, işletme girdileri arasında hammadde, işgücü ve sermaye yer almaktadır. Ancak değişen pazar yapısına zamanında ve isteklere göre cevap verebilmek, girdiler arasına önemli bir faktörü dahil etmiştir ki bu da zamandır. Tam zamanında üretim, sürekli gelişim, toplam kalite yönetimi ve kısıtlar teorisi gibi anlayışların ortak paydasında yer alan kavram zamandır. Zaman, global pazarlarda rekabet edebilmek için önemli bir rekabet unsuru haline gelmiştir.

Zamanın rakipler, satıcılar ve alıcılar için de aynı anlamı ifade etmesi dolayısıyla, rekabetçi avantaj elde etmede “zaman”, “maliyet” gibi stratejik bir silah olarak kabul görmüştür. Zamana dayalı rekabet, işletme faaliyetlerinin önemini tanımlayan bir işletme stratejisidir. Bu rekabet anlayışında, sistemde zamanın azaltılması ile üretim süresinin ve müşterilere ürünlerin teslim süresinin azaltılması amaçlanır. Özellikle, üretim sürecindeki faaliyetlerin süreleri azaltılarak üretim sürecinde etkinlik sağlanmış olur (Kaygusuz, 2001).

Eşzamanlı mühendisliğin tedarik zincirinde uygulanması ile ürün tasarım süreci daha da kısalır. Böylece tedarik zincirinde yer alan firmaların zamana dayalı rekabet gücü artar. Bir çok şirket, zamanlarının 1/2'si ile 1/3'ü kadarını yeni ürünlerin nasıl geliştirileceğini araştırmakla geçirmektedirler. Başarılı yeni ürün girişimleri genellikle tüm şirketler için son derece önemlidir. Çünkü, yeni ürünlerin diğer rakiplere oranla daha hızlı bir şekilde piyasaya sürülmesi, o şirketin pazar payının artmasını ve ürünün nasıl geliştirileceği hakkında müşterilerinden gelen isteklerin daha hızlı bir şekilde öğrenilerek uygulamaya konulmasını mümkün kılar. Zamana dayalı rekabet gücünün iki unsuru vardır. Bunlar:

1. Yeni ürün geliştirme ön süresinin azalması,
2. Müşterilerin isteklerine zamanında yanıt verebilme.

5.2.2.1 Yeni Ürün Geliştirme Ön Süresinin (Pazara Çıkış Süresi) Azalması

Yeni ürün geliştirme ön süresi, yeni ürün kavramının ilk ele alınmaya başladığı andan itibaren piyasaya sürülünceye kadar geçen süredir (11).

Rekabetin yerel ve global ölçekte artması ürün ömür çevrimlerini etkilemiştir. Bir senelik ömür çevrimi olan bir ürünün pazara rakiplerden üç ay sonra girmesi pazar payını ciddi bir şekilde etkileyecek hatta ürünün yaşama şansını etkileyebilecektir.

Ürün yaşam sürelerinin kısalması ve müşterilerin siparişine göre hazırlanmayı gerektiren ürün taleplerinin artması nedeniyle yüksek teknoloji şirketlerinin ürün geliştirme sürelerini azaltmaları gerekmektedir. Ürün pazara ne kadar erken girerse o kadar yüksek kar marjı elde edileceği için, pazara yeni ürünlerin hızla sunulması yüksek teknoloji şirketlerinin başarısında temel bir etkidir. Bu özellikle talebin büyük, ürün miktarının az olduğu ve dolayısıyla marjların yüksek kalabildiği yeni pazar sektörlerinde önemlidir (12). Bu yüzden firmalar arasında özellikle havacılık, otomotiv ve dayanıklı tüketim eşyaları pazarlarında pazara çıkış süresi (time to market) konusunda ciddi bir rekabet vardır ve bu süreler aynı endüstri bazında sürekli azalmaktadır. Aslen ana firmaları hem tasarım hem de imalatla tedarikçilerle beraber çalışmaya iten ana sebeplerden biride bu konulardaki rekabet baskısıdır (Müftüoğlu, 1999).

Yeni ürün geliştirme ön süresini % 50 veya daha fazla oranda azaltabilmek için, genellikle ürünün tasarım ve üretimine yönelik işlemlerde önemli değişikliklerin yapılması gereklidir. Bu değişiklikler için de, yeni ürün geliştirme sürecinin tüm aşamalarındaki tüm işletme fonksiyonları arasında ve tedarikçilerle işletme arasında daha fazla bilgi akışının olması, tedarikçilerin ürün tasarım faaliyetlerine aktif olarak katılımı, faaliyetlerde katma değer yaratanlara ağırlık verilmesi ve katma değer yaratmayan faaliyetlerin ise elimine edilmesi gerekmektedir. Kısaca eşzamanlı mühendislik felsefesi uygulanmalıdır (11).

Tedarikçilerin ürün tasarımına etkin bir şekilde katılımının sağlanması ile süreçleri artarda değil eşzamanlı olarak yürütmek mümkündür ve sürecin tamamen tümleştirilmesi ürün geliştirme için gerekli süreyi azaltacaktır (12).

5.2.2.2 Müşterilerin İsteklerine Zamanında Cevap Verebilme

Bilindiği üzere, bugünün yeniliği zamana dayalı rekabettir. Saldırgan şirketlerde üst yöneticilerin talepleri, performans ölçülerini rekabetçi maliyetler ve kaliteden rekabetçi maliyetlere, kaliteye ve müşterilerinin isteklerini anında karşılamaya doğru değiştirmiştir. Zamana dayalı rakipler ürün ve hizmetlerinde daha büyük değişikliklere, yavaş hareket eden rakiplerine oranla daha düşük maliyette ve daha kısa zaman süresi içerisinde gerçekleştirmektedir.

Şirketler müşteri isteklerinin karşılanmasında organizasyonları üzerinde odaklaşmak suretiyle olağanüstü sonuçlar elde etmişlerdir. Bu sonuçları Çizelge 5.2’de görmek mümkündür:

Çizelge 5.2 Zamana dayalı rekabetin avantajları (11)

Şirket	Faaliyet Alanı	Müşteri İsteklerine Cevap Hızları	Ortalama Büyüme Avantajı	Rakiplere Karşı Kar Avantajı
Atlas Door	Kapı	% 66	3 kat	5 kat
Ralph Wilson Plastikleri	Süs eşyaları	% 75	3 kat	4 kat
Thomasville	Mobilya	% 70	4 kat	2 kat

Çizelge 5.2’deki üç örnek müşterilerin isteklerine zamanında cevap verebilmenin rekabetçi gücünü göstermektedir. Bu tablodan açık bir şekilde zaman avantajı, zamana dayalı rakiplerin faaliyet gösterdiği endüstrilerindeki klasik liderlerini devirebilmesini, rekabet ve karlılık açısından daha avantajlı bir durumda bulunmalarını mümkün kılacağı görülmektedir.

Zamana dayalı bir çok rakip diğer klasik rakiplerine oranla daha hızlı büyümekte ve hatta daha yüksek karlar elde edebilmektedir. Bu bakımdan şirketlerin örgüt yapılarını, müşterilerinin isteklerine zamanında cevap verebilecek şekilde oluşturmaları bir gereklilik haline gelmiştir. Bu nedenle şirketlerin örgüt yapılarını tedarikçilerini ürün tasarım sürecine dahil edilmesine izin verecek şekilde değiştirmeleri gereklidir. Başka bir deyişle eşzamanlı mühendislik çalışmalarına tedarikçileri de dahil etmeleri gereklidir (11).

5.2.3 Tedarikçilerle İlişkilerin Değişmesi

Eşzamanlı mühendislikten tam anlamıyla yararlanabilmek için şirket ve tedarikçileri arasındaki ilişkiler yeniden gözden geçirilmelidir. İşletmeler eşzamanlı mühendislik sürecine tedarikçi firmaların katılımının önemini yeni yeni anlamaya başlamışlardır.

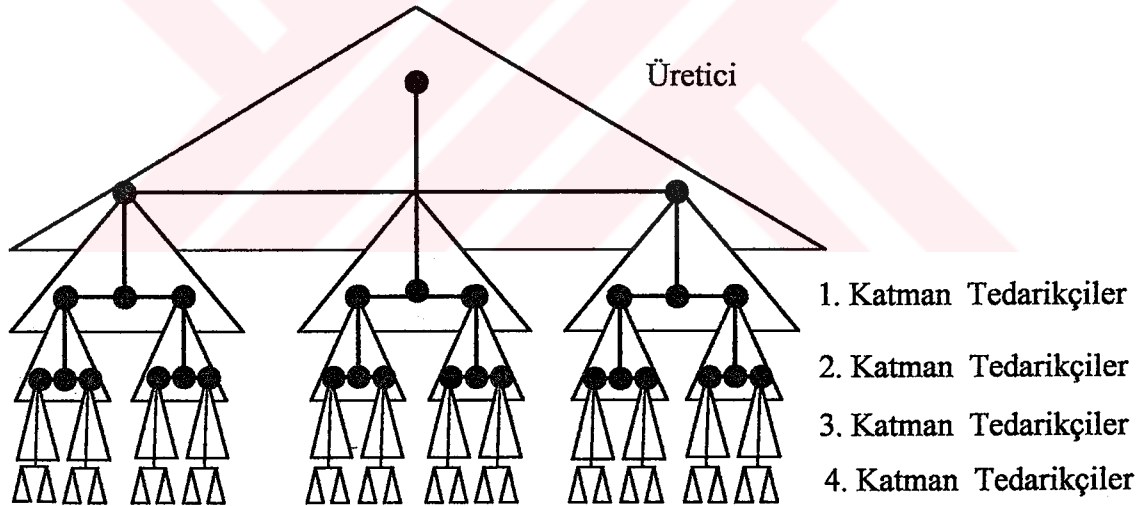
Tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine katılması tüm sorunların üstesinden gelmek için yeterli midir? diye sorulursa cevap elbette “hayır” olacaktır, çünkü bir üretici firma onlarca hatta yüzlerce tedarikçiye sahip olabilir. Elbette ki bu kadar çok tedarikçinin ürün geliştirme faaliyetine aynı anda katılması mümkün değildir. Bu nedenle eşzamanlı mühendisliği tedarikçilerle beraber uygulayabilmek için işletmeler daha az sayıda tedarikçi ile çalışmak zorundadırlar. Tedarikçi sayılarının azaltılmasıyla birlikte, tedarikçiler sadece parça tedarik etmekle kalmamakta bunun yerine giderek modül (sistem) sağlayıcısı olarak konumlanmaktadır. Evrim bunların aynı zamanda sağladıkları parça ve sistemler konusunda uzmanlaşmaları ve artı değer üretmeleri yönündedir. Tedarikçiler tasarım işine girerek, sadece spekleri karşılamaktan ziyade değişik tasarım seçenekleriyle değer yaratmaya çalışmaktadırlar (10).

Değişen tedarikçi ilişkilerinden dolayı firmalar tedarikçilerine bağımlı hale gelmekte ve bir tedarikçinin yerine kolayca bir başkasını koymak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle teknik bilgi koordinasyonu ve aktarımı için ana firma ve tedarikçileri arasında çapraz fonksiyonlu takımlar oluşturulmalı ve bu takımlara tüm alanlardan uzmanların katılımı sağlanmalıdır. Ürünlerin ortak tasarlanması ile kalite, üretilebilirlik ve montaj kolaylığı göz önüne alınır, ürün ve prosesin defalarca yeniden tasarlanmasına ihtiyaç kalmaz (Shenas ve Derakhshan, 1994).

Başka bir deyişle eşzamanlı mühendisliğin uygulanabilmesi için sadece fiyatı baz alan, kısa süreli Amerikan tarzı tedarikçi ilişkileri terk edilerek, uzun süreli işbirliğine dayalı Japon tarzı tedarikçi ilişkileri benimsenmelidir.

Japon tarzı tedarikçi ilişkileri katmanlı bir yapıdadır (Şekil 5.5). Bu yapı klasik piramit modelinin yeni bir versiyonu olup daha açıklayıcıdır. Bu sistemde yan sanayiler 4 katmana ayrılmaktadır. Sistemin mantığı yapılan işlerin alt katmanlara inildikçe basitleşmesidir. İlk katman (first-tier) yan sanayiler ürünün temel sistem parçalarını üretmekte veya monte etmektedirler. İkinci katman (second-tier) yan sanayiler ise ölçekleri küçük olsa da genellikle oldukça gelişmiş firmalardır, farklı birçok işlemi gerçekleştirebilecek donanıma sahiptirler. Üçüncü katman yan sanayiler ise üretimle ilgili en basit işleri gerçekleştirirler. Son katman olan dördüncü katman yan sanayiler ise direkt üretimle ilgisi olmayan ve endirekt maliyetleri oluşturan işleri yaparlar (yemek, temizlik vs...). Bu yapının en önemli faydalarından bir tanesi ana sanayinin yan sanayilerle olan ilişkilerinde maliyetleri en aza indirerek kaynakları en iyi şekilde kullanma olanağı getirmesidir. Katmanlı yapının bir diğer faydası ise çok sayıda yan sanayiyle çalışmanın getireceği koordinasyon bozukluğunu önlemesidir. Katmanlı yapıya geçerken firmaların en çok dikkat etmesi gereken iki nokta ise:

1. Firmanın hedeflediği yan sanayi sayısı ve bu sayıya ne kadar zamanda ulaşacağı,
2. Bu hedefleri gerçekleştirmede başvuracağı yöntemlerdir.



Şekil 5.5 Tedarik zincirinde katmanlı yapı (Hines ve Rich, 1997).

Öncelikle firmanın hedeflerine nasıl ulaşması gerektiğini incelemek gerekir. Bu konuda dünyaca ünlü yönetim gurularından yan sanayi uzmanı Keki R. Bhote hedefleri şöyle belirlemiştir:

- Öncelikle firmanın yan sanayicilerden aldığı her bir parça başına tek bir yan sanayicisi olmalı bu sayı ilk başlarda 2-3 yan sanayiciye düşürülebilmelidir.
- Her bir ana üretim dalında (döküm, dövme, plastik parçalar, sac işleri, elektrik aksam gibi) maksimum yan sanayici sayısı 2-10'a düşürülmeli ilk başta bu sayı ana üretim dalı başına 15-30'a düşürülebilmelidir.

Bhote bu tür bir sistemle ilk yılda yan sanayici sayısının ilk baştaki sayının % 50'sine ikinci-üçüncü yıl içinde % 20'sine, dördüncü-beşinci yılda ise % 10'una ineceğini söylemektedir. Çoğuna hayal gibi gelse de dünyanın birçok firmasında uygulanmış ve bu sayede başarıya ulaşılmıştır.

Burada bir başka önemli noktada toplam parça adedinin azaltılmasıdır. Hatta firma öncelikle toplam parça adedini azaltmalı daha sonra yan sanayici sayısını azaltmalıdır. Yoksa yan sanayici sayısını azaltmada istenen başarıya ulaşılamaz. Yan sanayici sayısını azaltmaya çalışırken işletmelerin başvuracağı yöntemler şunlardır:

Pareto İlkesi: Bu yaklaşıma göre ana sanayi firması yan sanayileri içinde maliyetlerinin % 80'ini oluşturan % 20'lik kısmı korur. Geri kalanlardan ise aşamalı olarak vazgeçer. Ancak görüldüğü üzere bu tip bir yaklaşım küçük yan sanayileri elimine edeceğinden pek tavsiye edilmemektedir. Çünkü birçok firmanın yan sanayi maliyetlerinin % 80'lik kısmını genellikle büyük ölçekli işletmeler oluşturur.

Hewlett Packard Yaklaşımı: Bu yaklaşım Pareto ilkesine alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşıma göre işletme yan sanayilerine büyük bir toplantı düzenleyerek bu toplantıda firmanın radikal değişime girdiğini yan sanayilerinde de bu tip bir değişim ve iyileşme beklediklerini (örneğin kendilerine ulaşan tüm sevkiyatların kalite kontrole gerek kalmayacak düzeye gelmesi) anlatırlar. Firmalara bu düzeye gelebilmeleri için belli bir süre verilerek bu süre sonunda bu düzeye gelemeyen firmalarla ilişkinin tamamen kesileceği mesajı verilir. Bu yaklaşım her ne kadar da eşit bir yaklaşım gibi gözükse de aslında günümüz yönetim anlayışına uymayan diktatörce bir yaklaşımdır.

Xerox Yaklaşımı: Bu yaklaşım tarzı diğerlerine göre daha objektif, daha teknik ve daha adil bir anlayıştır. Bu yaklaşımda yan sanayiler adım adım elimine edilir ve her bir adımda uygulanan prosedür ve kurallar bir öncekinden farklıdır. Örneğin ilk adımda teknolojik altyapısı uygun olmayan firmalar elimine edilir. İkinci adımda üretim sistemi yeterli olmayan firmalar elimine edilir. Bir diğer adımda bu defa mali açıdan yeterli olmayan firmalar elenir. Burada yan sanayilere daha çok şans tanınır.

Üç Grup Yaklaşımı: Bu yaklaşım tarzına göre yan sanayiler 3 grupta toplanır. Birinci grupta yer alan sanayiciler çok kötü performans gösterirler. Bu grup eliminasyonun temel hedefini oluşturur. İkinci grupta yer alan sanayiciler ise ilk grubun tersine çok iyi performans göstermektedir. Üçüncü grup ise bu iki grubun arasındadır, yani performansı iyi değildir ama

istenilen düzeye gelebilir. Ana sanayi, yan sanayileri iyileştirmek için kullanacağı tüm kaynakları bu gruba aktarır. Başlangıç kriter ölçek değildir.

Modüler Yaklaşım: Modüler yaklaşımda hedef firmanın üreteceği parça sayısını azaltmaktır. Buna göre firma ürünlerini bel başlı sistem parçaları halinde gruplar. Örneğin bir firmanın 15.000'in üzerinde parça imal ettiğini düşünelim. Bu firmanın, bu parçaları 150 grupta toplaması demek yalnızca 150 tane yan sanayiyle çalışacağı manasına gelir (13).

Tedarikçi ilişkilerinin değişmesiyle artık artı değer yan sanayine kaymıştır. Artı değer yan sanayine doğru kayması ile ortaya çıkan gelişmeleri kısaca özetlemek gerekirse:

- Çok sayıda taşerondan tek taşerona doğru gidilmesi,
- Yan sanayi - imalatçı arasındaki ilişkilerin daha yakınlaşıp, uzun vadeye yayılması: Ortak araştırmaların yapılması, belli parçalarda ortak üretime gidilmesi fakat aynı zamanda maliyetlerin minimize edilmesi için acımasız bir yarışın başlaması,
- Taşeronlaşma eğilimlerinin artması,
- Modüler üretim,
- Tam zamanında üretim (Just In Time): İcatların, lojistiğin ve kalite kontrolün yan sanayine kaydırılması,
- Bir arz piramidinin oluşturulması: Yan sanayinin ilk sırasındakilerin tüm modülleri tedarik etmesi; yetersiz finansman ve teknolojiyle donatılmış KOBİ'lerin piramidin en alt katmanına inmesi ya da tamamen yok olması,
- Montaj tesislerinde tedarikçiler,
- Tedarikçilerin montaj sektörüne yatırım yapması ve yönetim ile kar bölüşümüne katılmaları ya da ekipmanı kira ödeyerek kullanım hakkına sahip olmaları. Örneğin, Volkswagen'in Brezilya/Resende'de ki fabrikasında hiç bir üretim elemanının kalmaması (Birleşik Metal-İş, 2001).

5.2.4 Kalitenin Artması (Hataların Azalması)

Kalitenin sağlanması imalat sürecinden önce tasarım süreciyle ilgilidir. Tasarım sürecinin firmanın sınırları dışına çıkma ve ortak tasarımcılarla beraber yapılma eğilimi ile bilgi yönetimi daha da karmaşık bir hale gelmektedir. Burada yapılması gereken lojistik sistemler için kullanılan "Tedarik Zinciri" mantığını "Tasarım Zinciri" olarak uygulamak ve ana firmanın tasarım sürecini, ortak tasarımcılara doğru genişleterek işbirliğini artırmaktır.

Tedarikçilerle olan ilişkilerin değişmesiyle bilgi paylaşımı ve işbirliğinin önemi artmıştır. Bunu sağlayabilmek için firmalar, tasarım sürecinde kökten bir değişim yaparak 2 boyutlu uygulamalardan süratle 3 boyuta geçmişler ve tüm ürün geometrisini 3 boyuta taşımışlardır. Şüphesiz 3 boyutlu model yaratım hızı, kolay anlaşılabilirliği ve art süreçlerle (analiz, simülasyon, imalat, ölçüm) bütünleşebilme kolaylığı nedeniyle artık bir lüks olmaktan çıkmış hatta bir emtia haline dönüşmeye başlamıştır. 3 boyutlu modelleme ise CAD sistemleri ile gerçekleştirilmektedir.

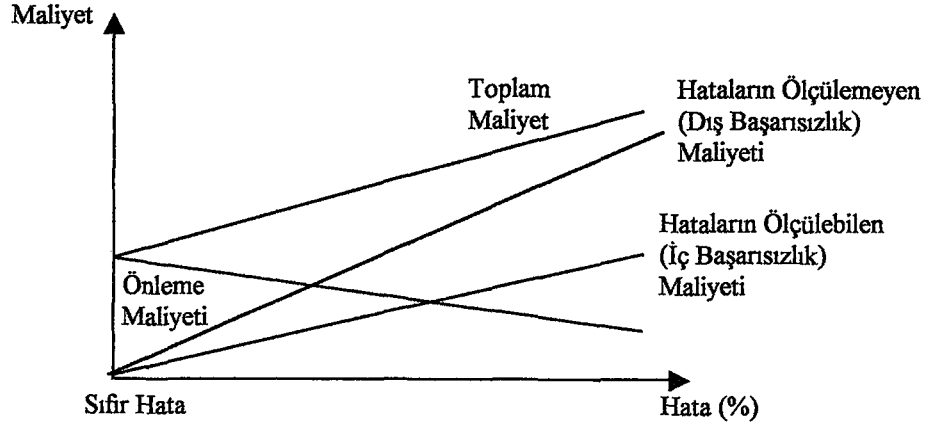
CAD/CAM/CAE uygulamaları ile ürüne ilişkin tüm bilgiler daha imalata başlamadan yani değişiklik yapabilme esnekliği (serbestlik derecesi) daha fazla iken bilgisayara yüklenmekte ve değişik “tasarım seçenekleri” sanal ortamda yaratılmaktadır. Geleneksel tasarım süreçlerinde, ürünle ilgili bilgiler süreç içinde yavaş yavaş birikmekte ve gittikçe tasarımcının serbestlik derecesi azalmaktadır. CAD sistemleri “ön yükleme” diyebileceğimiz bir yöntemle çok fazla bilginin tasarımının ön aşamalarında değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Yukarı paragrafta anlatılanlar özellikle bir çok parçadan oluşan montajlar için önem kazanmaktadır. Parçalar bir araya geldiğinde ortaya çıkan geometri ve hareket kombinasyonu daha zengindir. Günümüzde üretici firma ile tedarikçilerin CAD/CAM sistemleri birbiriyle bağlantılı hale gelmiştir. Böylece farklı parça veya alt-montajların değişik firmalar tarafından tasarlanıp, üretilmesinde karşılaşılan problemler parçaların bilgisayar ortamında tasarımı, birleştirilmesi ve test edilmesiyle ortadan kaldırılmıştır (Müftüoğlu, 1999).

Ayrıca yapılan tasarım değişikliği sayısının azalmasını sağlayan bir diğer hususta içinde tedarikçilerin de yer aldığı takımların oluşturularak ürün tasarımının yapılmasıdır. Tedarikçilerin ürün tasarım sürecine katılmasıyla tedarikçilerin üretim yeteneği, üretim kolaylığı, maliyet gibi konularda tedarikçilerin görüşlerine yer verildiği için tedarikçilerin üreteceği parçalar, ana üretici firmanın parçalarıyla uyumlu olacaktır. Ürünün niteliği tasarım esnasında doğru olarak belirlendiği için “olmadı, baştan yap” tarzı bir durumla karşılaşılmayacaktır (Shenas ve Derakhshan, 1994).

5.2.5 Maliyetlerin Azalması

Araştırmalara göre ürün maliyetinin % 70’i ürün tasarım aşamasında belirlenmektedir. Güncel kalite yaklaşım ve teknikleriyle, tasarımda kaliteye odaklanarak minimum hataya (altı sigma yaklaşımında milyonda 3-4 hata) minimum maliyetle ulaşılabilir (Fıkırkoca, 2000). Kalite maliyetleri, Juran, Masser, Crosby ve Feigenbaum’un gerçekleştirdiği çalışmalar sonucu bugünkü halini almıştır. Bu çalışmalar sonucunda kalite maliyetleri önleme, değerlendirme ve başarısızlık maliyetleri olarak üçe ayrılarak incelenmiştir. Şekil 5.6’da görüldüğü gibi önleme ve değerlendirme maliyetleri ile iç ve dış başarısızlık maliyetleri arasında ters yönlü bir ilişki mevcuttur. Bu ilişki de toplam kalite maliyetlerini etkilemektedir (Kaygusuz, 1999).



Şekil 5.6 İleri kalite yaklaşımlarında kalite-maliyet ilişkisi (Fıkırkoca, 2000)

Kalite maliyetlerinden biri olan önleme maliyeti, hataların ortaya çıkmasını önlemeye yönelik faaliyetlerin maliyetleridir (Kaygusuz, 1999). Üretim öncesi ve üretim sırasında oluşan bu maliyetler; kalite sisteminin tasarlanması, oluşturulması ve organizasyon içine yerleştirilmesine ilişkin faaliyetlerin ortaya çıktığı maliyetlerdir. Ürünlerin tasarlanması, geliştirilmesi, tedarik, üretim, planlama, yürütme ve yönlendirme, satış ve satış sonrası servisler gibi üretim sisteminin tüm birimlerinde kalitenin iyileştirilmesi için yapılan maliyetler önleme maliyetlerini oluşturmaktadır (Doğan, 2000).

Ürünlerin tasarımındaki veya üretimindeki aksaklıklardan kaynaklanan maliyetler başarısızlık maliyetleridir. İç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri olmak üzere iki grupta incelenmektedir. İç başarısızlık maliyetleri, ürünün müşteriye tesliminden önce üretim organizasyonunun belirlenen kalite düzeyine ulaşamadaki başarısızlığıdır. Ürünün müşteriye tesliminden önce ortaya çıkan maliyetlerdir. Ürünün tesliminden önce ortaya çıkan fire, hurda ve yeniden işleme tabi tutma, iç başarısızlık maliyetleri içinde yer almaktadır. Dış başarısızlık maliyetleri, ürünün müşteriye tesliminden sonra ortaya çıkan maliyetlerdir. Burada da müşteriye teslim edilen ürünlerin, beklenen kalite gereklerini karşılamaması nedeni ile ortaya çıkan olumsuzluklar dış başarısızlık maliyetleri içinde toplanmaktadır. Müşterilerin bugün ve gelecekte beklentilerinin karşılanamaması, dış başarısızlık maliyetlerini oluşturur (Kaygusuz, 1999).

Kuruluşlar çoğunlukla, ürün/süreç performansını garanti, hurda, yeniden işlem maliyetleri ya da müşteri şikayet sayısı ile ölçerler. Bu ölçümler problem ortaya çıktıktan sonra yapıldığından iyileştirmeler için çok geç kalınmış olacaktır. Tasarım sonrası aşamalara odaklanmış problem çözme yaklaşımları ile etkin tasarım, iyileştirme ve problem çözme faaliyetlerinin yürütülmesi güçleşir (Fıkırkoca, 2000). Hata, nasıl en kısa zamanda ortaya çıkarılırsa maliyetler de o kadar çabuk kontrol altına alınır. Hatanın süreçteki en erken

aşamalarda ortaya çıkarılması demek, bundan sonraki aşamalarda ve müşteriye teslimde ortaya çıkabilecek hataları ve maliyetleri de azaltmak demektir (Kaygusuz, 1999). Çizelge 5.3'de bir elektronik ürünün üretiminin değişik aşamalarında yapılan dizayn değişikliklerinin maliyetleri yer almaktadır. Görüldüğü gibi üretimin ilk aşamalarında maliyet daha düşük olmaktadır (Apilo vd., 2001).

Çizelge 5.3 Dizayn değişikliği maliyetleri (Apilo vd., 2001)

Değişikliğin Yapıldığı Aşama	Maliyet (\$)
Tasarım esnasında	1000 \$
Test aşamasında	10.000 \$
Proses planlama esnasında	100.000 \$
Test üretiminde	1.000.000 \$
Üretim sonrası	10.000.000 \$

Maliyetlerin düşürülebilmesi için tasarım ve imalat süreçlerinin birlikte ele alınması ve risk ve kazancı da içerecek biçimde tedarik zincirine yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu ise zincirde yer alan firmaların yüksek güven sağlayacak biçimde birbirlerine karşı şeffaf olmalarını, ilişkilerde bürokrasinin azaltılmasını ve ana firmanın yaratılan katma değeri diğer firmalarla paylaşmasını gerektirir (14). Eşzamanlı mühendislik yöntemini uygulayarak tedarikçilerin ürün tasarımına erken katılması sağlandığı takdirde, sonradan ortaya çıkacak değişiklik ve hata sayısı azalacaktır. Değişiklik ve hata sayısının azalması üretim maliyetinin büyük ölçüde düşmesini sağlayacaktır.

5.2.6 Sanal Takımların Ortaya Çıkması

Eşzamanlı mühendisliğin esaslarından biri takım çalışmasıdır. Çağımızda birçok işletme ürün geliştirme için farklı bölümlerden gelen insanları bir araya getirerek, karşılıklı fonksiyonel takımlar veya gruplar oluştururlar. Böylece her departman bir diğerinin ne yaptığından haberdar olmaktadır. Bunun sonucunda daha koordineli hale gelen teknik elemanlar daha kaliteli bir üretim ve daha iyi bir dağıtım biçimi ortaya koyabilmektedirler.

Disiplinler arası iş takımları özellikle 1980'lerin sonlarına doğru büyük bir yaygınlık kazanmış ve özellikle büyük otomotiv şirketleri arasında zor ve karmaşık projeleri tamamlamak için yoğunlukla kullanılmışlardır (15).

Eşzamanlı mühendislik sürecine tedarikçilerin katılımı, tedarikçi temsilcilerinin ürün geliştirme takımına katılımıyla olmaktadır (Twigg, 1997). Teorikte kolay gibi gözükmesine rağmen unutulmamalıdır ki, üretici firma ile tedarikçileri her zaman coğrafi olarak birbirine yakın olamamaktadır. Kimi aynı ülkenin değişik bölümlerinde, kimileri farklı ülkelerde ve farklı kıtalarda yer almaktadır. Bu nedenle tedarikçi temsilcilerinin üretici firmaların tasarım aşamalarına katılmaları ulaşım, konaklama gibi sebeplerden dolayı oldukça maliyetli olmaktadır. Ayrıca bu kişiler, üretici firmaya gittiklerinde tedarikçi firmaların kendi işleri aksayabilmektedir. Bu nedenle eşzamanlı mühendisliğin tedarikçilerle birlikte etkin bir şekilde uygulanabilmesi için birtakım değişiklikler yapmak gereklidir.

Takım çalışması şimdiye kadar, bireylerin yüz yüze karşılaştığı durumlarla sınırlandırılmış bir tanıma sahipti. Şimdiyse artık yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve groupware olarak bilinen gelişmiş bilgisayar programlarının ortaya çıkması bunu değiştirmiştir. Günümüzde iş dünyası ve diğer organizasyonlar, çoğunlukla birbirinden mesafe olarak çok uzak olan insanların bilgisayar ortamında birlikte çalışmalarına olanak sağlayan elektronik haberleşme imkanlarına sahiptir. Genel olarak kullanılan Lotus Domino, Microsoft Exchange ve Netscape Suite Spot gibi programlar, sanal toplantılara, değişik biçim ve durumlarda grup kararı almaya imkan sağlamaktadır. Bu ses, bilgi ve video konferans alternatiflerini de içeren konferans ve birlikte çalışma sistemlerindeki gelişmelerle de desteklenmektedir (15).

Özellikle internet teknolojilerinin işletmeler içinde etkin kullanımının söz konusu olmasından sonra, "intranet"ler işletmeler için iş süreçlerini optimum yapabilmek için gerekli araçların başında sayılmaya başlanmıştır. Aynı sebepten ötürü, bir çok işletmenin, zaten kendi departmanları arasında kullandığı internet teknolojilerini önce müşterileri daha sonra da tedarikçileri ile iletişim kurabilmek için de kullanması ve bunu coğrafi olarak birbirinden bağımsız bölgelerde de uygulayabilmesi (ekstranet), işletmelere müşteri memnuniyeti, maliyetlerde azalma, verimlilik artışı gibi rekabet avantajı sağlayacak faktörlerin daha fazla gelişmesini beraberinde getirmiştir (İlter, 2001).

Ekstranetler işletme amaçlarına uygun güvenli ağları paylaşan sınırsız sayıda işletmeyle iletişim sağlamanın maliyeti düşük-etkinliği yüksek yolu olarak ortaya çıkmaktadır. Güvenlik ve bilgiye ulaşım ekstranet/intranet ikilisinin en önemli faktörleridir. İşletmeler aynı güvenlik ve erişim özellikleriyle ekstranetlere bağlanmayı doğal olarak istememektedir. Bu iki faktör kullanım açısından istenmeyen olayları önleyecek şekilde planlamalıdır.

Ekstranetlerin temel elemanları ağ bağlantısı, sunucular ve işletme yazılımlarıdır. Ekstranetin coğrafi olarak yaygın durumdaki diğer işletmelerle iletişimde bulunabilmesi için internetin

de bu temel elemanlar arasında yerini alması gerekmektedir. Ekstranetler ayrıca, e-ticaret ve e-iş altyapısına uygun bir şekilde, güvenlik, bilgi paylaşımı, süreç yönetimi, çoklu-platform desteği, esneklik ve büyüyebilirlik gibi temel özelliklere de sahip olma, bilgi paylaşımını sağlama ve stratejilerin özelleştirilmesi konusunda destek sağlamaktadır. Bir işletme için ekstranet yapısına sahip olmanın en önemli sebeplerinden birisi, işletmenin ortaklarıyla anında iletişim ve bilgi paylaşımı sağlayabilmesidir. Üretim, kapasite, müşteri talebi gibi süreç bilgilerinin paylaşılması işletmenin değer zinciri içinde kendinden önceki ve sonraki akışları koordine edebilir duruma getirmektedir.

Ekstranet, bilgi paylaşımı ile bütün üreticilere ve tüketicilere düşük maliyetle, özelleşmiş süreçler yaratabilmeleri için fırsat tanımaktadır. Tüketiciler kendi ilgi odakları çerçevesinde bilgi paylaşımında yer alarak, üreticilerin kendi istekleri doğrultusunda üretim yapabilmelerini sağlamakta; üreticiler de tüketicileri memnun edecek tasarım ve üretim çalışmalarını sürdürecektir bilgi akışına sahip olmaktadır (İlter, 2001).

Eşzamanlı mühendisliğin gerektirdiği takım çalışması ve işbirliği, ekstranet gibi bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birleştiğinde “Sanal Takımlar” ortaya çıkmaktadır. Sanal takım, ortak bir amaca ulaşmak amacıyla birbirleriyle etkileşim halinde olan ve yer, zaman, organizasyonel sınırlamalara bağlı kalmadan birbirlerine iletişim teknolojisiyle bağlı bir grup insanın oluşturduğu topluluk olarak tanımlanabilir. Sanal takımlar birtakım özelliklere sahiptirler. Bu özellikler (Bal ve Teo, 2000):

- Takım üyeleri coğrafi olarak farklı yerlerde,
- Ortak bir amacın varlığı,
- İletişim teknolojilerinin kullanımı,
- Sınırlar ötesi işbirliği,
- Takımlar yapı bakımından sürekli değil,
- Takım üyeleri birlikte problemleri çözümler, kararlar alır ve sonuçlardan tüm üyeler müşterek sorumlu,
- Takımda yer alan kişi sayısı az ve değişebilen üyeler,
- Takım üyeleri bilgi işçileri.

Elemanlarının, elektronik ve bilgisayar desteği sayesinde görüştüğü takımlar olarak tanımlanan sanal takımların önemi giderek artmaktadır. Sanal takımların bazı potansiyel avantajları vardır. Takımdaki bireylerin yüz yüze görüşmesinin zor olduğu durumlarda takım çalışmasına maliyet verimliliği ve hız kazandırır. Ayrıca takımın tipik ihtiyaçlarından bilgi işleme ve karar alma süreçlerine bilgisayarın gücü getirilmiş olur. Bilgisayar, takım elemanları arasında bir aracı olarak kullanıldığında, elbette grup dinamikleri de yüz yüze olunan durumdakine göre küçük farklılıklar gösterecektir. Teknoloji, bir grup insan arasındaki mesafelerin ortadan

kaldırılmasında yardımcı olsa bile, elemanlarının fazla bir şey paylaşmadıkları, paylaşılsalar bile direkt kişisel ilişki kuramadıkları bir ortam yaratabilir. Böyle iken, duygusal etmenlerden çok gerçekler ve objektif bilgiler üzerinde etkileşim ve karar almaya odaklanma avantajı sağlayabilir. Aynı zamanda kararların sınırlı bir sosyal duruma bağlı alınma riskini de artırabilir. Sanal takımlar düşük sosyal karşılıklı anlayış ve bireyleri arasında düşük etkileşim sorunlarıyla karşılaşabilir.

Takım çalışmasının herhangi bir formunda olduğu gibi, sanal takımlar da verimliliğe ulaşmak için, üyelerinin gösterdikleri çaba ve katkılar yanında örgütsel desteğe ihtiyaç duyar. Takım çalışması hangi formda olursa olsun her zaman işe yarayan bir çalışma şeklidir. Aynı gelişme, aynı girdi etmenleri ve aynı oluşum gerekleri diğer takımlarda olduğu gibi sanal takımlarda da görülür. Maksimum faydanın sağlanabilmesi için yüz yüze görüşme ve sanal takım çalışmasının avantajları bir araya getirilmeye çalışılmalıdır. Takım üyelerinin bilgisayar kullanımında yeterli bilgiye sahip olması da ayrı bir gereksinimdir (15).

5.2.7 Daha İyi Bilgi Yönetimi

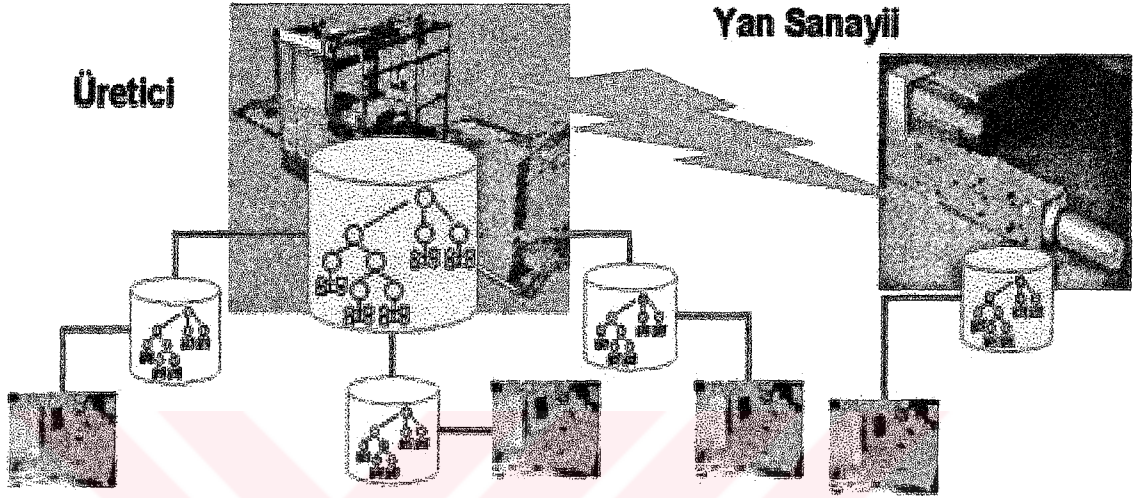
Endüstrinin yeni eğilimleri konusundaki ana kavram iletişimdir. Tasarım departmanı içerisinde, tasarım ve imalat departmanları arasında, tüm işletme içerisinde ve işletmeler arasındaki iletişim. Rekabette öne çıkmak için işletmeler, hızlı ve kolay bir şekilde iletişim sorunlarını çözmek durumundadırlar (Görücü, 2000). Bu da tedarik zincirindeki tüm ortakların birbirleri arasında kuracakları bir tedarik zinciri iletişim ağı gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bu ortaklar arasındaki aktivitelerin eşzamanlı olarak yürütülmesi önem taşır (Eren vd., 2001).

Eşzamanlı mühendisliğin tedarikçilerle beraber uygulanabilmesi için çeşitli bilgisayar programları kullanılmaktadır. Bu programlar kullanılarak, mühendislik bilgisinin üretimini, saklanmasını, revize edilmesini ve gerektiğinde geri çağırılmasını mekanize etmektedirler. Bu ortamda sağlanan en önemli yarar, doğru (çoğu zaman güncel) bilgiye kısa zamanda erişebilmektir. Yani bu programların kullanılmasıyla daha iyi bilgi yönetimi sağlanır. Bu, mühendislik departmanlarında çalışan insanların kendi işlerine daha fazla zaman ayırabilmeleri anlamına da gelmektedir (Müftüoğlu, 1999).

İletişimi gerçek kılan ana eğilimler şunlardır:

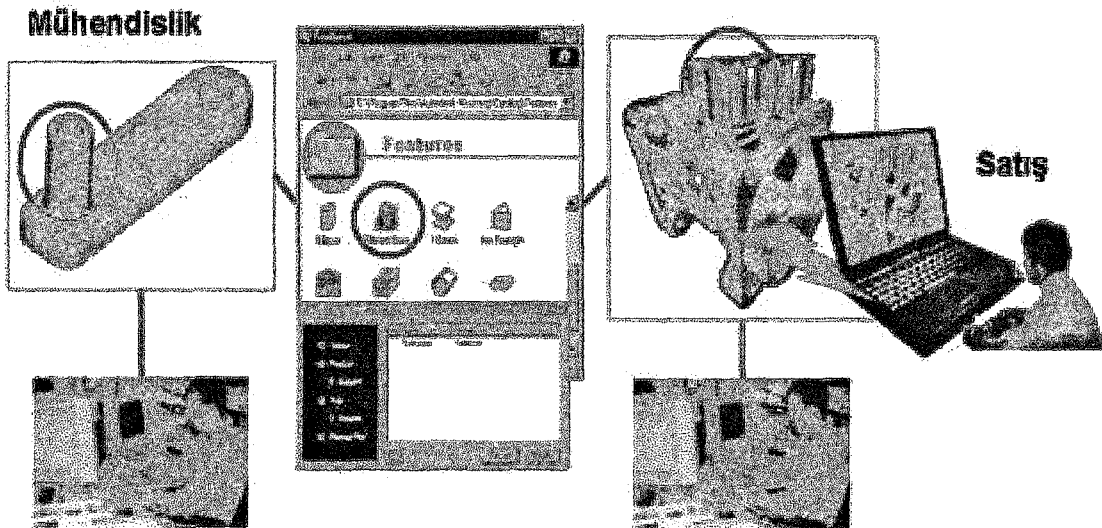
- Entelektüel sermayenin paylaşımı,
- Çizim merkezli iletişimden model merkezli iletişime geçiş,
- Tüm değer zinciri içerisinde ortak araçlar ve işletme ölçeğinde bağlantılar.

Şekil 5.7’de gösterilen örnekte, tüm tasarımcılar aynı montaj modeli üzerinde çalışmakta; hepsi birbirinin ne yaptığını ve değişiklikleri izleyebilmektedir. Aralarında sorunsuz bir bağlantı ve iletişim mevcuttur. Ayrıca, imalat yapan işletmeler, bu bağlantıyı kendi yan sanayileri ile de kolaylıkla kurabilir ve uygulayabilirler. Bu durumda, eşzamanlı mühendisliğin tüm avantajlarını ve yararlarını kullanabilirler.



Şekil 5.7 Eşzamanlı mühendislik araçları ile tasarım ve imalat süreci (Görücü, 2000)

Entellektüel sermayenin paylaşımı, tasarımcının kafasında bulunan ya da onun düşündüğü tasarım ve proses bilgisinin, diğer tasarımcılar tarafından da kullanılması anlamına gelmektedir. Örneğin, Şekil 5.8’de gösterilen kabartma, basit bir kabartmadan öte, bir dizi mühendislik ve imalat gereksinimlerini karşılayan araç olarak da görülebilir. İkinci bir tasarımcı aynı modeli kullanabilir. Ayrıca, müşteri uygulamalarına yönelik olarak değişik ürünler oluşturan satış departmanı da, söz konusu modeli kullanabilir (Görücü, 2000).



Şekil 5.8 Entellektüel sermayenin ve bilginin paylaşımı (Görücü, 2000)

Şirketlerin oldukça önemli bir kısmı CAD/CAM teknolojilerine girmiş olmakla beraber hala temel teknik bilgi iletimi için 2 boyutlu resimleri kullanmaktadır. 2 boyutlu resim için kullanılan medya hala kağıttır. Teknik bilginin aynı anda birden fazla paydaş departmana ulaştırıldığı düşünülürse, ortaya ciddi bir kağıt tüketimi ve takibi işi çıkmaktadır. Öncü şirketler 2 boyutlu uygulamalardan süratle 3 boyuta geçmişler ve tüm ürün geometrisini 3 boyuta taşımışlardır. Bununla yetinmemişler ve 3 boyutlu modelin temel bir bilgi elemanı olarak tüm diğer süreç ve paydaşlarla paylaşılmasını sağlamışlardır. Böylece çizim merkezli iletişimden model merkezli iletişime geçilmektedir (10).

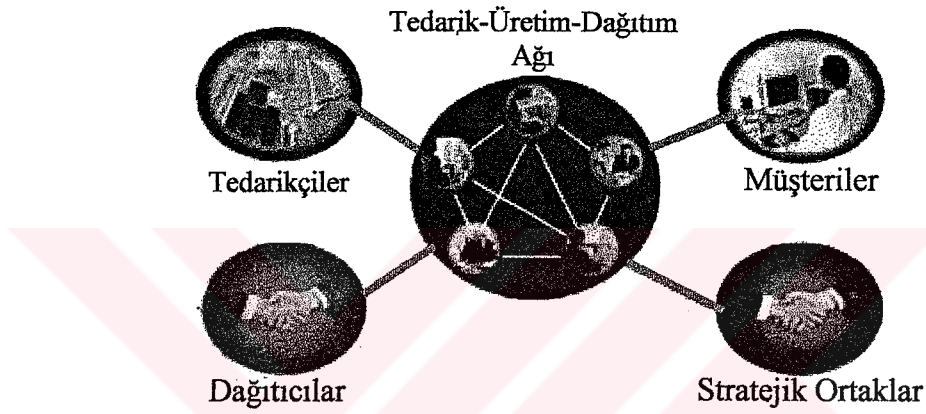
Günümüzde, rekabette öne çıkan imalatçılar, tüm değer zinciri boyunca ortak araçları kullananlar olacaktır (Görücü, 2000). Ürün bilgisinin son ve doğru haline hızla erişebilmek için öncü firmalar tüm bilgi kaynaklarını konsolide etmektedir. Bu yapılırken başvurulacak yol mevcut sistemlerin terk edilip yerine yeni bilgi sistemlerinin getirilmesi değildir. Bunun yerine yapılan, mevcut uygulamaların birbirleriyle bağlantılarının yapılması ve bilgiye standart bir arayüzden erişimin sağlanmasıdır (10).

İşletme ölçeğinde bağlantı, günümüzde önemli bir gereksinimdir ve gelecekte önemi daha da artacaktır. Sonuç olarak, bağlantı kurulabilirlik 3 boyutlu CAD sisteminin tümleşik bir parçası olmak durumundadır. CAD sistemi, sadece ürün veri yönetimi ile değil, aynı zamanda ERP ve MRP sistemleri ile de doğrudan bağlantı kurabilme özelliğine sahip olmalıdır. Ayrıca, temel tasarım yönetimi özellikleri, karmaşık ek modüllerin değil, tasarım sisteminin bir parçası olmak durumundadır. “Tasarım” döneminin eşiğinde, sistemlerini bu eğilimlere yönelik olarak güncelleyecek olan kullanıcıları, rekabette öne çıkma, rekabet edebilir ürünler geliştirme ve elbette başarı beklemektedir (Görücü, 2000).

5.2.8 Sanal Organizasyon Yapılarının Ortaya Çıkması

Üretici firmanın müşteri ihtiyaçlarına zamanında cevap verebilmesi için tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine mümkün olduğunca erken katılması gerekmektedir. Bu gelişmenin sonucu olarak günümüzde aynı son kullanıcı isteğini yerine getirmek için üretici firma ve tedarikçi firma arasında bir iletişim ağı kurulmaktadır (Graaf ve Kornelius, 1996). İletişim teknolojilerindeki gelişmelerle, tedarik zinciri kavramı bir adım daha ileri gitmiştir. İşletmeler artık iletişim araçlarını kullanarak “Tedarik-Üretim-Dağıtım Ağı”ları oluşturmaktadır. Bugünün işletmeleri, kurumlarını genişletmek ve tedarikçi-kanal ortağı etkileşimlerinin doğasını değiştirmek için ağ gücünü kullanmaktadırlar. “Tedarik-Üretim-Dağıtım Ağını Oluşturmak”; tedarik, ürün geliştirme, üretim, dağıtım ve ürün envanteri çıkarma ile ilgilenen

bütün şirketlerin, işlemlerini gerçekleştirebilmek için ihtiyaç duydukları önemli bilgiye istedikleri an istedikleri yerden erişmelerini sağlamak anlamına gelmektedir. Bu ağ, aynı zamanda müşterileri ve hizmet/destek sağlayıcılarını da içerebilmektedir (16). Bu tür ağlar “sanal organizasyon”, “sanal şirket” veya “genişletilmiş işletme” olarak isimlendirilmektedir (Graaf ve Kornelius, 1996). Firma içi ve firmalar arası oluşturulması gereken bu ağı yapılar, pazar bilgilerini içermeli, ilişkiler saydam olmalı, ortakların paylaşılmış sorumluluğunu yansıtmalı, stratejik ortaklıkların kurulmasına ve ürün ve proje geliştirilmesine olanak verebilmelidir. Aksi takdirde bürokratik yaklaşımlar ve kontrole dayalı ilişkiler sorunlar doğuracaktır (14).



Şekil 5.9 Sanal organizasyonlarda ağ yapısı (16)

Sanal organizasyonların tanımı şu şekilde yapılabilir: “Üyeleri uzun vadeli bir amaç için bir araya gelmiş, iletişimlerini ve işlerin koordinasyonunu bilgi-iletişim teknolojileri yoluyla gerçekleştiren, coğrafi olarak geniş alana yayılmış olan bir organizasyondur” (Ahuja ve Carley, 1999).

Sanal organizasyon kavramı, sanallık ile internetin bütünleştirilmesi yaklaşımı içinde, nokta.com şirketlerin bir yapısı olarak ortaya çıkmış gibi görünse de gerçekte, merkezi bir şirket etrafında toplanan, kendi çekirdek yeteneklerini bu şirketle ve onun aracılığı ile diğer şirketlerle paylaşan ve sürekli iletişim halinde bulunarak, bu birliktelikten rekabetçi bir avantaj elde etme düşüncesinde olan birçok işletmenin oluşturduğu bir organizasyon olarak tanımlanabilmektedir.

Talihsiz varsayımlarla bazı yazarlar tarafından, yalnızca web siteleri ile e-ticaret yapan şirketler sanal organizasyonlar olarak tanımlanmasına rağmen, sanal organizasyonlar, yalnızca e-ticaret yapan değil, kökenlerinde matris organizasyon yapısını barındıran, bu yapıyı işletme dışı ilişkilerle ve teknolojiyle geliştirmiş bir platform olarak ortaya çıkmaktadır.

Sanal organizasyonlar, sanal olmayan rakiplerinden bilgi paylaşımı ve iletişim konularında daha fazla avantaja sahip olarak görülmektedir. İnternet teknolojilerinin sanal organizasyonların kullandıkları elektronik ve fiziksel ağlara etkisi ile işletmelerin daha az maliyetle, daha fazla etkinlik ve daha fazla hız kazanabilecekleri görülmektedir (İlter, 2001).

5.2.9 Yalın Düşünce'ye Geçişin Sağlanması

Daha öncede belirtildiği gibi eşzamanlı mühendislik uygulamasıyla üretici-tedarikçi ilişkileri değişime uğramaktadır. Değişen tedarikçi ilişkileri işletmelerde yalın düşünce kavramının benimsenmesini kolaylaştırmaktadır. Yalın Düşünce'nin amacı, yalın bir üretim sistemine, yalın bir şirkete (veya organizasyona), yalın ve dinamik bir tedarik zincirine ulaşmaktır (17).

5.2.9.1 Yalın Üretim Felsefesinin Benimsenmesi

Japon işletmelerinin günümüzde yarattıkları başarı pek çok faktöre bağlanmaktadır. Bu faktörler arasında en önemlisi “Yalın Üretim” olarak adlandırılan ve imalat sanayinde bir dizi yeniliği ve uygulamayı kapsayan yeni bir üretim yönetimi tarzıdır (Akgeyik, 2000). Yalın üretim, tedarikçi-üretici-müşteri zincirini kapsayan temel tekniklerden oluşan ve israfsız üretimi amaçlayan bir üretim ve yönetim biçimidir. Yalın üretimde ana strateji, hızı arttırıp, akış süresini azaltarak, kalite-maliyet-teslimat performansını aynı anda iyileştirmektir (17). Yalın üretim, mühendislik ve imalat süreçlerinde yüksek verimliliği ve kaliteyi hedeflemekte, böylece müşterilere yüksek performanslı, hatasız ürünler sunmayı amaçlamaktadır.

Yalın üretim, Toyota üretim sistemi ya da stoksuz üretim gibi isimlerle de anılan ve 1940'ların ikinci yarısından itibaren Japonya'da Toyota şirketinin öncülüğünde geliştirilen ve 1980'lerde özellikle Amerika'da yaygınlık kazanmış bir kavramdır. 1950'lerin başında Toyoda ailesinin bireylerinden mühendis Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı mühendis Taiichi Ohno, Toyoda'nın 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptığı gezisinde edindiği bilgilerin ışığında, Ford'un yüzyılın başlarından itibaren öncülük ettiği “kitle üretim” sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar verdiklerinde, bu karar yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına yol açmıştır. Bu ikilinin tespitlerine göre, kitle üretiminde her üretim faktörü olabildiğince fazla miktarda kullanılmakta, üretim pek çok gereksizlik ya da israf içermektedir. İsrafın kaynağı, sistemin aşırı bir iş bölümüne dayanması, yani gerek makinalar gerekse işçilerin çoğu kez sadece tek bir ürün için tek bir operasyon gerçekleştirecek şekilde organize edilmeleri, literatürdeki deyimiyle, tek işe “adanmış” olmalarıdır. Makinalar da bu tür bir adanmışlığa uygun olarak tasarlanmışlardır.

Bu tür bir sistem, üretimde aşırı bir katılık ve hiyerarşiye sebep olmakta, esnekliğe engel olmaktadır. Bu ortamda işçiler de sadece birer değişken maliyet olarak algılanmakta ve beyin güçleri dikkate alınmaksızın işlerin kötü gittiği dönemlerde rahatlıkla işten çıkarılabilmektedirler. Yine, kitle üretim sisteminde yan sanayi ilişkileri aynı israf özelliklerini yansıtmaktadır. Yan sanayi ilişkileri fiyatın temel alındığı bir pazarlık sistemine oturtulmuş olup hiçbir esnekliğe imkan vermemektedir. Ancak, 1950'lerin Amerika'sında bunların hiçbirisi sorun teşkil etmemektedir. Doymamış orta sınıf pazarların mevcudiyeti ve rekabetin görece olarak düşüklüğü sadece karların maksimize edilmesi ve birim maliyetlerin en düşük düzeyde tutulması anlamında ölçek ekonomilerini cazip kılmaktaydı. Daha olumsuz piyasa koşullarına sahip olan Japonya'da ise, sürekli olarak daha ucuz ama kaliteli ürün ortaya çıkarma çabaları sürmekteydi. Tüm bu koşullarda başta Toyota firmasından Ohno ve benzerleri öncülüğünde üretim süreçlerinin son derece titiz incelenmesi bugün yalın üretim olarak adlandırılan sistemin ortaya çıkmasına ve tüm dünyaya yayılmasına neden olmuştur (Akın, 2001).

Çizelge 5.4'de yalın üretimin, üretim ve ürün geliştirme prensipleri yer almaktadır. Bu prensipler Toyota modeli olarak da bilinmektedir ve Toyota gibi pek çok Japon işletmesinin yüksek bir kalite ve verimlilik düzeyine ulaşmasına olanak sağlamıştır (Akgeyik, 2000).

Çizelge 5.4 Yalın üretim prensipleri (Akgeyik, 2000)

Üretim Prensipileri
• Just In Time (Tam Zamanında) sistemi, • Minimal stok, • Çok vasıflı işgücü, • Takım çalışması, • İş standardizasyonu, • Yüksek düzeyde dış kaynak kullanımı, • Sürekli geliştirme anlayışı, • Kanban kart sistemi, • Makine ve üretim hattının rasyonalize edilmesi.
Ürün Geliştirme Prensipileri
• Hızlı model yenileme, • Ürün çeşitliliğinin sürekli genişletilmesi, • Geliştirme aşamalarının hızlandırılması, • Tasarım takımları, • Katı mühendislik programı ve iş disiplini, • İyi iletişim mekanizmaları ve vasıfları, • Çok vasıflı mühendisler ve tasarım takımları, • Bilgisayar destekli üretim sistemleri, • Sürekli geliştirme anlayışı.

Yalın üretimle kısaca, yapısında gereksiz hiçbir unsur taşımayan üretim sistemi kastedilmektedir. Daha geniş bir ifade ile yalın üretim “en az kaynak kullanımıyla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi müşteri talebine bire bir cevap verecek şekilde en az israfla ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp potansiyellerin tümünden yararlanmak” olarak tanımlanabilmektedir.

Toyota öncülüğünde geliştirilen yalın üretim yaklaşımını kullanarak işletmeler performanslarında çok önemli artışlar sağlayabilmektedirler. Gereksiz tüm aşamaların ortadan kaldırılması, tüm aşamaların süreklilik arz eden bir akış içine yayılması, işgücünün faaliyetlerine göre fonksiyonlar arasında tekrar dağıtılması ve gelişme için sürekli bir çaba ile işletmeler; genel giderler, zaman, araç-gereç ve insan gücü açısından çok daha az kaynak harcayarak mal ve hizmetleri geliştirme, üretme ve dağıtma imkanına sahip olacaklardır. Öte yandan, bu şekilde müşteri isteklerine çok daha esnek bir şekilde cevap vermeleri de mümkün olacaktır (Akın, 2001). Eşzamanlı mühendisliğin tedarik zincirinde uygulanması ile tedarikçi ilişkileri değişmekte ve böylece tedarikçilerden kaynaklanan israflar elimine edilmektedir. Bu da işletmelerin yalın üretim felsefesini benimsemesini kolaylaştırmaktadır.

5.2.9.2 Yalın Organizasyon Modeline Geçiş

Yalın organizasyon kavramı, yalın üretim anlayışıyla birlikte ortaya çıkmış bir kavramdır. Henry Ford tarafından geliştirilen ve 1880-1940 yıllarında altın çağını yaşayan, günümüzde de halen kullanılmakta olan kitle üretimi, arz ve talebin düzenli olduğu dönemler için uygundur. Kitle üretimi doğrultusunda Frederic W. Taylor tarafından geliştirilen ve fonksiyon temelinde bölümlerden oluşan geleneksel organizasyon yapısı da, arz ve talebin düzenli olması şartlarına göredir. İstikrar ve büyüme ortamında başarılı olacak şekilde, kitle üretimine göre yapılanmış işletmelerin, birkaç düzenleme ile değişim hızını yakalamaya çalışmaları olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bu olumsuz sonuçlar, esnek olamama, tepkisizlik, müşteriye odaklanamama, sonuçtan çok faaliyetlere önem verme, bürokratik felç, yenilik eksikliği ve genel giderlerin yüksek olması şeklinde gündeme gelebilir. İşte bu nedenle, yalın üretim ve yalın organizasyon uygulamalarına geçilmiştir.

Organizasyonun yalın olması, “gerçekten gereksinme olmayan herşeyden kurtulmak” anlamındadır. Bu, üretimle ilgili gereksiz işlemler olabileceği gibi, organizasyon modelinde gerçekten gereksinim duyulmayan görevlerden, elemanlardan ve bunların maliyetinden de kurtulmaktır (Tüz, 1998). Eşzamanlı mühendislik uygulamasıyla değişen tedarikçi ilişkilerinden dolayı hatalar ve üretim süresi azalmakta, kalite ve tedarikçilere olan güven

artmaktadır. Tedarikçilere duyulan güven arttığı için de tedarikçilerle çalışma eğilimi artacaktır. Bunun sonucu olarak işletmeler, temel yeteneklerine yoğunlaşacak ve diğer faaliyetlerini dış kaynak kullanımı (outsourcing) ile gerçekleştirecektir. Bu şekilde hem organizasyon yapısı yalınlaşacak, hem organizasyon kademeleri azalacak hem de üst yönetim stratejik konularda düşünmeye daha fazla vakit bulacaktır.

Yalın organizasyonun en birinci temel özelliği iş üniteleri halinde yapılanmadır. Birbirinden kopuk, geleneksel fonksiyonel ilişkiler yerine, o konu ile ilgili kişilerin iş ünitelerinde bir araya gelmeleri söz konusudur. Daha hızlı bilgi iletimi ve esneklik içerisinde pazarın isteklerinin hızlı ve doğru bir şekilde karşılanması sağlanmaktadır. Yalın örgütlerin sıfır hiyerarşi şeklinde yapılanması, iletişim sürecini kısaltarak sağlıklı iletişime en uygun zemini hazırlar (Tüz, 1998).

5.2.9.3 Yalın Tedarik Zincirlerinin Ortaya Çıkması

Klasik tedarik zincirlerinde ürün tasarımını yapan üretici firma daha sonra çok sayıda tedarikçi arasından birini seçer ki bu genelde en düşük fiyatı veren olmaktadır. Böyle bir tedarik zincirinde rekabet üst düzeydedir ve üretici firma tedarikçiden memnun kalmadığı takdirde kolaylıkla başka bir tedarikçiyle çalışabilir. Çok sayıda tedarikçiyi yönetmek zorunda kalan üretici firma genellikle ürünün yaklaşık % 80'ini kendisi üretmektedir. Bu da idari ve ürün geliştirme maliyetlerinin artmasına ve parçaların hatalı, birbiriyle uyumsuz olmasına neden olmaktadır.

Tedarikçilerin eşzamanlı mühendislik sürecine dahil edilmesi ile tedarikçi ilişkileri değişmektedir. Değişen tedarikçi ilişkilerinden dolayı tedarik zinciri yapısı da değişime uğrayacaktır. Yalın tedarik zincirinde, daha az tedarikçi firma yer almakta, tedarikçilerle ilişkilerde katmanlı yapıya geçilmekte ve tedarikçilerle iletişim bilgisayar teknolojileri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Yalın tedarik zincirlerinde tedarikçilere parça veya sistemin tasarım sorumluluğu verilmektedir. Böylece üretici firmanın iş yükü büyük ölçüde azalmakta ve parçalar arası uyumsuzluk minimuma inmektedir (18).

Sonuç olarak yalın düşünce sistemi ile, üretim safhasındaki kayıplar yok edilir, üretimde esneklik sağlanır, parça ve komponent temininde verimlilik artar, üretici-müşteri ve dağıtım kanallarının senkronizasyonunu sağlayan bir üretim sistemi oluşturulabilir. Böylelikle üretimde maksimum verimliliğe erişilir.

6. TOYOTA'DA TEDARİKÇİLERLE EŞZAMANLI ÜRÜN GELİŞTİRME

Yalın üretim felsefesinin doğduğu Toyota, ürün geliştirmede kalite fonksiyon yayılımı başta olmak üzere çok sayıda teknik ve metodolojiyi kullanarak eşzamanlı mühendislik felsefesini tedarikçilerini de sürece dahil ederek başarılı bir şekilde uygulamaktadır.

6.1 Toyota Motor Corporation ve Toyota Türkiye

Toyota Motor Corporation, Toyoda ailesi tarafından kurulmuştur. Toyoda ailesinin ilk faaliyet alanı tekstildi. Ancak Toyoda Spinning and Weaving'in kurucusu ve başkanı Sakichi Toyoda'nın 1910 yılında yaptığı ABD ziyareti, ailenin ticari faaliyetlerinde tarihi bir dönüm noktası olmuştur. Sakichi Toyoda, Japonya'ya döndüğünde otomobil sektörünün geleceğine bütünüyle ikna olmuştu ve ağzından şu cümle düşmüyordu: "Artık otomobil çağındayız"

Sakichi Toyoda'nın icat ettiği bir dokuma makinesinin patentinin satılmasıyla otomobil üretimine resmen başlandı. 1930 yılında Sakichi Toyoda'nın ölümünden sonra oğlu Kiichiro Toyoda otomobil sektörüne yönelik çalışmaları sürdürdü. 1937'de Toyota Motor Company, bugün bağlı şirketlerden biri olan Toyoda Automatic Loom Work Ltd.'nin bir bölümü olarak kuruldu. Ailenin Japonca'da "verimli pirinç tarlası" anlamına gelen soyadı, reklam şirketinin önerisiyle Toyota olarak değiştirilmiş ve şirket dünya çapında bir otomobil devi olmaya kadar gidecek başarılı yaşamına başlamıştı.

1937 yılında kurulan Toyota Motor Corporation, bugün dünya çapındaki 46 fabrikasında üretim yapmaktadır ve yılda 4 milyonu aşan araç satışıyla dünyanın en büyük otomobil üreticilerinden biridir. Ancak Toyota Motor Corporation bir otomobil devi olmasından çok, Japon modeli "Toyota Üretim Sistemi"nin doğduğu, geliştiği ve dünyaya yayıldığı şirket olarak ayrıcalık kazanmıştır.

1940'lı yıllarda Toyota Motor Company, arkasında kısa bir geçmişi bulunan tamamen marjinal bir işletmeydi. Dev Amerikan şirketlerinin doldurduğu otomobil piyasasında sesi soluğu çıkmıyordu. Ürettiği otomobillerin toplamı, Ford'un Rourke'de ki fabrikalarında tek bir günde ürettiği üretimin yarısı bile değildi. 1950 yılında Toyota'nın ürettiği toplam 11.706 araç (çoğunluğu kamyonet) dahi General Motors'un 4 milyon, Ford'un 2 milyon araçlık üretiminin yanında hala çok küçük kalmaktaydı. Kiichiro Toyoda 1952 yılında öldüğünde Toyota henüz hedeflediği idealin çok uzağındaydı. Ancak Toyota Üretim Sistemi, Toyota fabrikalarında tamamen radikalleşmişti. Dünya ise henüz sistemle ilgili görünmüyordu.

Gözlerin Japonya'ya çevrilmesi 1974'deki petrol kriziyle başladı. Ohno'nun ifadesiyle dünyanın Toyota'da olan bitene uyanması için petrol krizi gibi bir travma gerekiyordu.

Toyota Motor Company 1980'li yılların başında, piyasaya sürdüğü 3,5 milyon otomobille -Batı'daki en büyük rakiplerinden on kat az işçiyle- dünya üreticileri arasında bir anda ikinci sıraya yerleşti. Bu aynı zamanda Japon otomobil endüstrisinin Amerikan otomobil endüstrisini geçtiği tarihi andı (11 milyona karşı 8 milyon) ve bu başarıya en büyük katkıyı sağlayan şirket Toyota Motor Company idi.

Bu başarının temelinde pek çok etken yatmaktadır. Toyota geliştirdiği üretim sistemiyle stokları çok düşük düzeylere çekebilmiş, hata oranını rakiplerinkinden çok aşağılara indirebilmiştir. Toyota gelişimi sırasında başlangıçta 8 saati bulan kalıp değiştirme sürelerini 3 dakikaya indirebilmiştir. Toyota uyguladığı farklı üretim modeli ile bir işçinin üretkenliğini 1950'de yılda 2'den; 1960'da 14,8'e; 1970'de 19,4'e ve 1982 yılında ise 56'ya çıkartmayı başarmıştır (19).

Uzun yıllardır Türk otomotiv sektöründe yer alan Toyota, Sabancı Holding'in distribütörlüğü almasıyla satışlarını artırmaya başlamıştır. Türkiye otomotiv pazarında Toyota marka araçların pazarlama, satış ve satış sonrası hizmetler faaliyetlerini yürüten Sabancı Holding, Toyota marka araçların Türkiye'de üretimini gerçekleştirmek üzere Japonlar ile % 50-50 eşit ortaklıkla bir fabrika kurmaya karar verdi. Haziran 1990'da % 50 Sabancı Holding, % 40 Toyota Motor Corporation ve % 10 Mitsui Corporation ortaklığıyla 350 milyon \$'lık ilk yatırımla fabrikanın kuruluş süreci başladı.

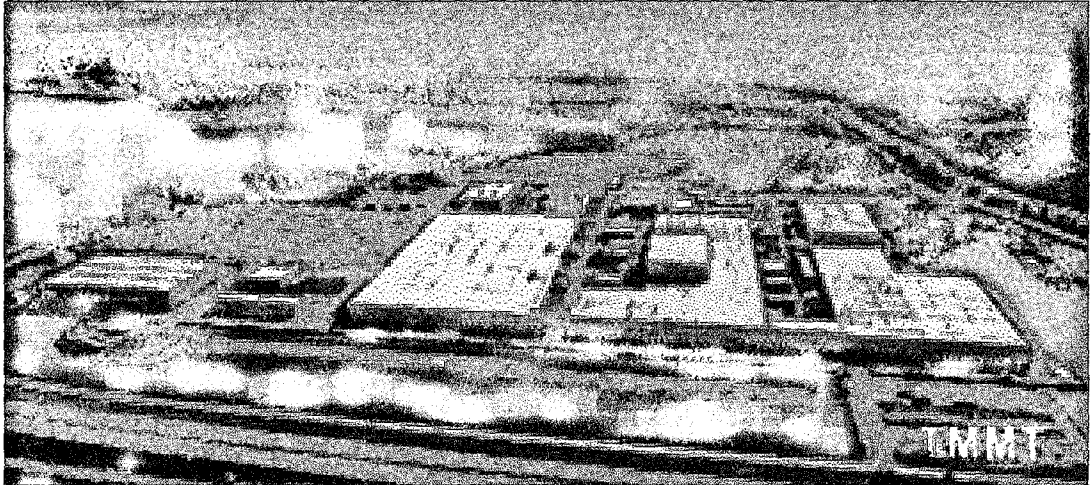
Fabrika'da Toyota'nın Corolla modeli araçların üretilmesine karar verilmişti. Çünkü Corolla modeli uzun yıllardan beri üretilmekte ve satış rekorları kırmaktaydı. Kısaca Corolla modelinin tarihine bakacak olursak bu otomobilin neden Türkiye için uygun olduğunu daha iyi anlayabiliriz. Adı, Japonca'da "taç yaprak" anlamına gelen ve bugün dünyanın en çok satılan otomobili olma ünvanını elinde bulunduran Corolla, ilk olarak 1966 yılında, kalite ve performansta rakiplerinden üstün ve aynı zamanda fiyat ve bakım masrafları düşük bir otomobil yaratma amacıyla ortaya çıktı. Corolla, geniş bir kullanıcı kitlesine hitap edeceğinden, hem konforlu, hem de sahibinin gurur duyabileceği bir otomobil olmalıydı. Corolla'nın yaratıcıları onu, insanların uzun zaman kullanmak isteyecekleri bir otomobil olarak tasarladılar. Değişen koşullara ve tüketici taleplerine uygun olarak yaklaşık 4 yılda bir model değiştiren Corolla'nın yedinci nesli, 1992 yılında dünya ülkeleriyle aynı anda Türkiye'de de piyasaya sunuldu ve çok büyük satış rakamlarına ulaştı.

Eylül 1994'te fabrikanın açılışı yapıldı ve üretime başlandı. 15 Ekim 1994'te Toyotasa'nın Adapazarı üretim tesislerinden ilk yerli üretim Corolla, Türkiye yollarına çıktı. Sekizinci nesil Toyota Corolla ise Ağustos 1998 tarihinde Türk pazarına sunuldu. Mayıs 2000'de yenilenmiş ön görünümü ve zengin donanım seviyesiyle üretimine devam edilmekte olan Toyota Corolla'nın sedan modeli kendi segmentinde yüksek bir pazar payına sahiptir. Sakarya'da 824.000m² açık, 131.000m² kapalı alan üzerine kurulu olan fabrikanın yıllık kapasitesi 100.000 araçtır. Çalışan sayısı ise 1.050'dir.



Şekil 6.1 Türkiye'de üretilen Toyota Corolla sedan (20)

28 Haziran 2000 tarihinde yapılan bir basın toplantısıyla, Toyotasa Adapazarı fabrikasının üretim üssü haline gelmesi için yeniden yapılandırılması konusunda şirket ortakları Sabancı Holding, Toyota Motor Corporation ve Mitsui'nin anlaştığı açıklandı. Daha sonra Ekim 2000'de % 50 Sabancı, % 40 Toyota Motor Corporation ve % 10 Mitsui ortaklığı olan Toyotasa Toyota Sabancı Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de Sabancı Holding % 25 hissesini Toyota Motor'a sattı ve şirketin ünvanı TTMT-Toyota Motor Manufacturing Turkey (Toyota Otomotiv Sanayi Türkiye A.Ş.) olarak değişti.



Şekil 6.2 Toyota Sakarya üretim tesisleri

Ekim 2001 tarihi itibarıyla de daha önce % 65 Toyota Motor Corporation, % 25 Sabancı Holding ve % 10 Mitsui olan hisse dağılımı, % 90 Toyota Motor Corporation ve % 10 Mitsui olarak değişti. Böylece Sabancı Holding üretimden tamamen çekilmiş oldu.

Türkiye’de yaşanan ekonomik kriz sonrası piyasalarda yaşanan durgunluğa bağlı olarak otomotiv şirketleri çok düşük kapasitelerde çalışmaktadırlar. Yıllık 100 bin adet otomobil üretim kapasitesi bulunan Toyota, yılın ilk 8 ayında sadece bin 19 otomobil üretebildi. Toyotasa, yüzde 1.5’lik oran ile sektördeki 18 firma arasında en düşük kapasite kullanım oranına sahip bulunuyordu. Toyota’da ki hisse devrinden sonra ihracata ağırlık verildi.

6.2 Video-Konferans Sistemi

Globalleşen dünyada, rekabette avantaj kazanmak için bilgi teknolojilerinden yararlanmak zorunlu hale gelmiştir. İşletmeler artık ulusal sınırların ötesinde, dünya pazarlarındaki dev rakiplerle rekabet edebilmek zorunda kalmaktadır. Video-konferans sistemleri ile, birbirlerinden çok uzakta bulunan kişiler, karşı karşıyaymış gibi yüz yüze iletişim kurabilir, bu sayede önemli iş görüşmeleri için uzun iş seyahatleri yapma gereksinimini büyük ölçüde ortadan kaldıracırlar. Yüz yüze iletişim; ses tonu, vurgulama ve vücut dilini kullanarak belli bir mesajı karşınızdakine aktarmaktır. Telefonda ise, görüntünün hiç olmaması bir yana, ses kalitesinin düşüklüğü, tonlama ve vurgulama ile aktardığımız mesajlar büyük ölçüde yok olmaktadır. Bu nedenle telefonla görüşürken, kendimizi yeterince ifade edemediğimiz hissine kapılırız. 100 yılı aşkın bir süredir telefon kullanıyor olmamıza karşın, önemli kararlar için “Bu iş telefonla olmaz” deyip, bir masanın çevresinde toplanmanın altında yatan asıl neden, iletişim problemini aşmaktır (21). Video-konferans sistemleri sayesinde, insanlar artık zamandan ve mekandan bağımsız, gerçek zamanlı olarak birbirleriyle iletişim kurabilmektedir. Yüz yüze yapılan iletişime alternatif olarak gündeme gelen bir teknoloji olan video-konferans sistemi, iletişime yeni bir yüz ve yeni bir heyecan getirmiştir.

Video-konferans, birbirlerinden uzakta olan kişi veya grupların, telekomünikasyon ağı ve video teknolojisi yoluyla, karşılıklı ya da grup olarak gerçek zamanlı ve yüz yüze görüşmelerini sağlayan bir iletişim biçimidir. Görüntü ve ses sinyalleri, video kodlama sistemiyle sayısal bir biçimde kodlanıp, telefon veya daha gelişmiş haberleşme ağları kanalıyla gönderilir. Burada, hızlı bir bağlantının olması da vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir video-konferansın amacına ulaşabilmesi için görüntü kalitesi ve iletim hızı önem arz etmektedir. Bunun için görüntü sıkıştırma standartları ve alternatif iletim ortamları geliştirilmiştir. Çok nokta arasındaki bir video-konferansta aynı anda ikiden fazla

nokta birbiriyle görüşebilir. Video-konferansta video ortamı için temel parametreler, görüntü keskinliği, saniyedeki çerçeve sayısı, renk derinliği ve resim büyüklüğüdür. Video kalitesi band genişliğine bağlı olduğundan çerçeve sayısı arttıkça resmin netliği de bozulacaktır. Video-konferans uygulamalarında; bir noktadan birden fazla noktaya ses ve video yayınlanabilir ve bu noktalardan birinden ses/video veya sadece ses geri dönüşü yapılabilir. Tüm noktalar konferans boyunca birbirlerini işitebilir. Ses/video yayını yapan nokta dinamik olarak değiştirilebilir. Bütün bu gelişmeler; video-konferans sistemlerini, gelecekte önemli bir iletişim metodu haline getirecektir.



Şekil 6.3 Video-konferans sistemiyle yapılan bir toplantı (21)

Sonuç olarak; video-konferans sistemleri insanların seyahat etmek zorunda kalmadan herhangi bir yere ses ve görüntüleriyle erişebilmelerini, bu sayede şirketlerin seyahat maliyetlerini ve insanların çalışma sürelerini bir hayli azaltan, iş verimliliğini artıran, çok uzakta bulunan kişileri çok hızlı bir şekilde bir araya getiren teknolojik bir hayat standardı sağlar (22). Video-konferans ile daha kısa zaman diliminde daha çok sayıda toplantı yapılabilir, karar verme süreçleri hızlanır, iş seyahatlerinin neden olduğu bedensel yorgunluk ortadan kalkar, kilit pozisyonundaki personelin üretkenliği artar, takım çalışması pekişir, toplantıların zaman planına uygun ve daha düzenli yapılması sağlanır. İş seyahatlerinin asıl maliyeti, işinden uzak kalan kritik personelin, bu zaman dilimi içinde uzak kaldığı gelişmeler ve veremediği kararlar nedeniyle kaçırılan fırsatlardan ortaya çıkmaktadır. Genel müdürün ofise dönmesini bekleyen kararlar için bazen çok geç kalınmış olabilir (21).

6.3 Video-Konferans İçin Gerekli Teknoloji

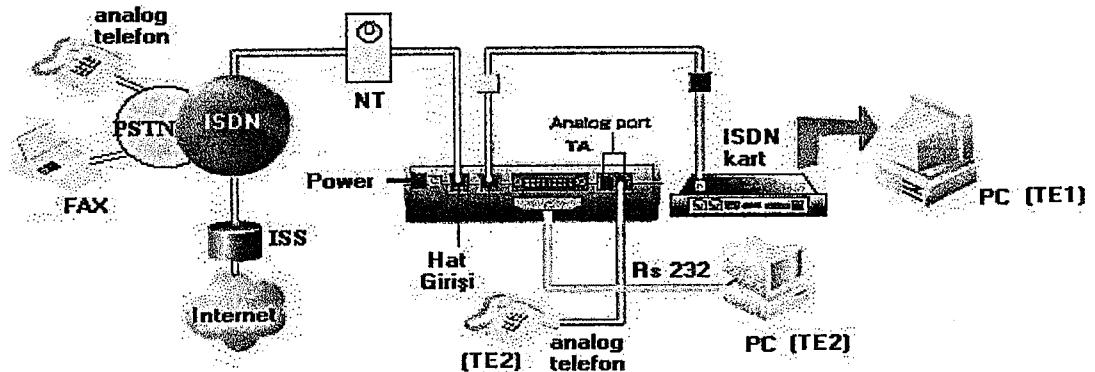
Bilişim ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde bilgi iletimi ve paylaşımı her geçen gün büyük bir hız ve gelişmeyle devam etmekte ve teknolojik gelişmelere paralel olarak insanlığın gereksinimleri de artmaktadır. Artan gereksinimlerin karşılanması amacıyla yapılan

çalışmalar, yeni sistemlerin ortaya çıkmasını sağlamamaktadır. Ses, video, görüntü ve yazılı metinlerin birlikte kullanımı olarak adlandırılan multimedya uygulamalarının birbirinden uzakta olan insanlara iletilmesi için, hızlı iletişim teknolojilerine gereksinim duyulmaktadır. Bu gereksinimler en ekonomik şekilde mevcut sistemlerin sayısallaştırılmasıyla karşılanabilir. ISDN bu işlevi yerine getirmede önemli bir teknoloji olarak görülmektedir. ISDN, Dünya’da bugün için yaygın olan video konferans iletişim standardıdır. Integrated Services Digital Network (Tümleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi) sözcüklerinin baş harflerinden oluşan ISDN; ses, görüntü, veri gibi her türlü bilginin sayısal bir ortamda birleştirilip, aynı hat üzerinden iletilmesinin sağlandığı bir haberleşme ağıdır. İletim kalitesi normal telefon hattından daha yüksektir. ISDN, hata oranı düşük, güvenli ve geniş bir haberleşme imkanı sağlar. Şekil 6.4’de ISDN şebeke bağlantısı gösterilmektedir. ISDN’de kullanılan cihazlar şunlardır:

NT (Network Termination-Şebeke Sonlandırıcı): Tüm ISDN terminallerinin tek bir ISDN hattına bağlantısını sağlayan bir arabirim cihaz olup, bir NT cihazına 8 adet terminal (telefon, faks, bilgisayar gibi) bağlanabilmektedir.

TE (Terminal Equipment-Terminal Cihazı): Video konferans cihazı, bilgisayar, telefon, faks makinesi gibi son kullanıcı cihazlarını ifade etmekte olup TE1 ve TE2 olarak iki tiptir. TE1, ISDN telefonu veya terminali gibi ISDN protokollerini kullanan ve ISDN hizmetlerini destekleyen cihazlardır. TE2 ise günümüz telefon ağında kullanılan analog telefonlar gibi ISDN uyumlu olmayan cihazlardır.

TA (Terminal Adapter-Terminal Adaptörü): ISDN uyumlu olmayan bir cihazın yani TE2’lerin ISDN ağı ile haberleşmesini sağlar. Günümüz haberleşme cihazlarının hemen hepsi TE2’dir. Bundan dolayı TA’ların ISDN teknolojisinde önemi artmaktadır. TA’lar her türlü protokol dönüşümünü sağlayarak analog telefonlar, günümüzde kullanılan faks makineleri, bilgisayarlar ve ISDN uyumlu olmayan diğer cihazların ISDN’i kullanmalarını sağlar (23).



Şekil 6.4 ISDN şebeke bağlantısı (23)

6.4 Toyota’da Video-Konferans Sisteminin Ürün Geliştirme Sürecinde Kullanımı

Rekabetin çok fazla olduğu, yeni araç geliştirme maliyetlerinin ve üretim zamanının azaltılmasının küresel bir yarışa dönüştüğü otomotiv sektöründe zaman artık para demek anlamına gelmektedir. Toyota Motor Corporation, dünya çapındaki rekabetini devam ettirebilmek için yeni bir üretim sistemi yazılımı kullanmaya karar vermiş ve bu sayede yeni otomobil geliştirme süresini ve maliyetlerini önemli ölçüde düşürmeyi başarmıştır. Böylece, yeni araç geliştirme süresi 18 aydan 13 aya düşmüştür.

Delmia firmasının geliştirdiği Envision programı ile Toyota’da artık tasarım aşamasında sık sık karşılaşılan veritabanı problemleri ortadan kalkmıştır. Bu programla video-konferans sistemi ile yan sanayi ile fabrika, işçi ve mühendis hep aynı teknik resim üzerinden konuşarak ürünün tasarımı ve üretimi esnasında ortaya çıkan veya çıkabilecek problemleri azaltmaktadırlar. Toyota’da bu durum “Görsel ve Sanal İletişim (V-Comm)” olarak adlandırılmaktadır. Bu sistem ile coğrafi olarak farklı yerlere dağılmış olan yan sanayiler ile diğer Toyota fabrikaları arasında video-konferans sistemi ile iletişim kurularak eşzamanlı olarak ürün geliştirme faaliyetlerine katılım sağlanmaktadır.

Toyota Araç Bilgisi Araştırma Bölümünden Genel Müdür T. Negishi “Toyota’nın gücü üretimden gelirdi, şimdi üretime bu yazılımı adapte ederek gücümüzü arttırdık” demektedir. Bu veritabanı ile, Toyota’da ki tüm bilgi, tasarım sırasında işçilerden gelecek bir geri besleme ile video-konferans sistemi sırasında paylaşılmaktadır.

Toyota, bu sistemi ilk defa 1996’da araç kokpiti tasarımı sırasında test etmiştir. Şirket daha sonra, motor tasarımı kısmında 1997’de denemiştir. Sonunda, 2000 yılı sonunda, kompakt vagon aracının üretimi sırasında, yazılıma tamamen güvenerek uygulama başlatılmıştır.

Bu programın çok sayıda avantajı vardır. Geleneksel olarak, parçalar ve kompleler arasındaki boşluklar, toleranslar, montajın kolaylığı açısından ilk aşama test aracı ve ikinci aşama test aracı montajı yapmayı gerektiriyordu. Toyota, yeni uygulamada test araçlarını kaldırmıştır. Yazılımı kullanarak, tasarımcılara sanal montaj işçileri aracılığıyla montaj yaptırılmakta ve son montajın durumu izlenmektedir. Birbiri ile kesişen parçalar kırmızı renk ile işaretlenmektedir. Montaj için kullanılan aletlerin de simüle edildiği yazılımda, tüm montaj anı canlandırılmaktadır.

Toyota’nın sanal montajına sağlanan veritabanı, yıllarca gözlenip toplanan problemlerin kısa ve kapsamlı bir özetini de sağlamaktadır. Tüm veritabanının bilgisayar ortamında yer alması ve bu sayede taranabilmesi, büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Örnek olarak, kokpitin tasarımı

için geçmiş bilgiler, konsol yuvası ve vites kolu arasında tavsiye edilen tolerans boşlukları gibi önemli noktalara kolayca ulaşılabilir. Sesler dahi kaydedilip veritabanına aktarılmaktadır. Bir önceki aracın kapısı kapanırken çıkan istenmeyen bir kapı kapanması sesini yok etmek için elde edilmiş bilgiler, ölçümler veritabanına kaydedilmekte ve bir sonraki tasarımda bu bilgiler kullanılarak tasarım iyileştirilmektedir.

Yazılım paketinin iletişim kısmı ise video-konferans sisteminden oluşmaktadır. Bu sayede fabrika işçi ve mühendislerinin montaj simülasyonu sırasında görüş alışverişinde bulunmaları kolaylaşmaktadır. Bu yöntem farklı fabrikalar arasında ve Japonya'daki mühendislik merkezi ile fabrikalar arasında gerçekleştirilmektedir. Şekil 6.5 ve Şekil 6.6'da karşılıklı iki merkez arasında video-konferans sistemi kullanılarak ürün geliştirme çalışması ile ilgili görüntüler yer almaktadır. Verilen örnekte mühendisler ürün tasarımında yapılması düşünülen modifikasyon konusunda karşılıklı olarak görüş alışverişinde bulunmaktadırlar.

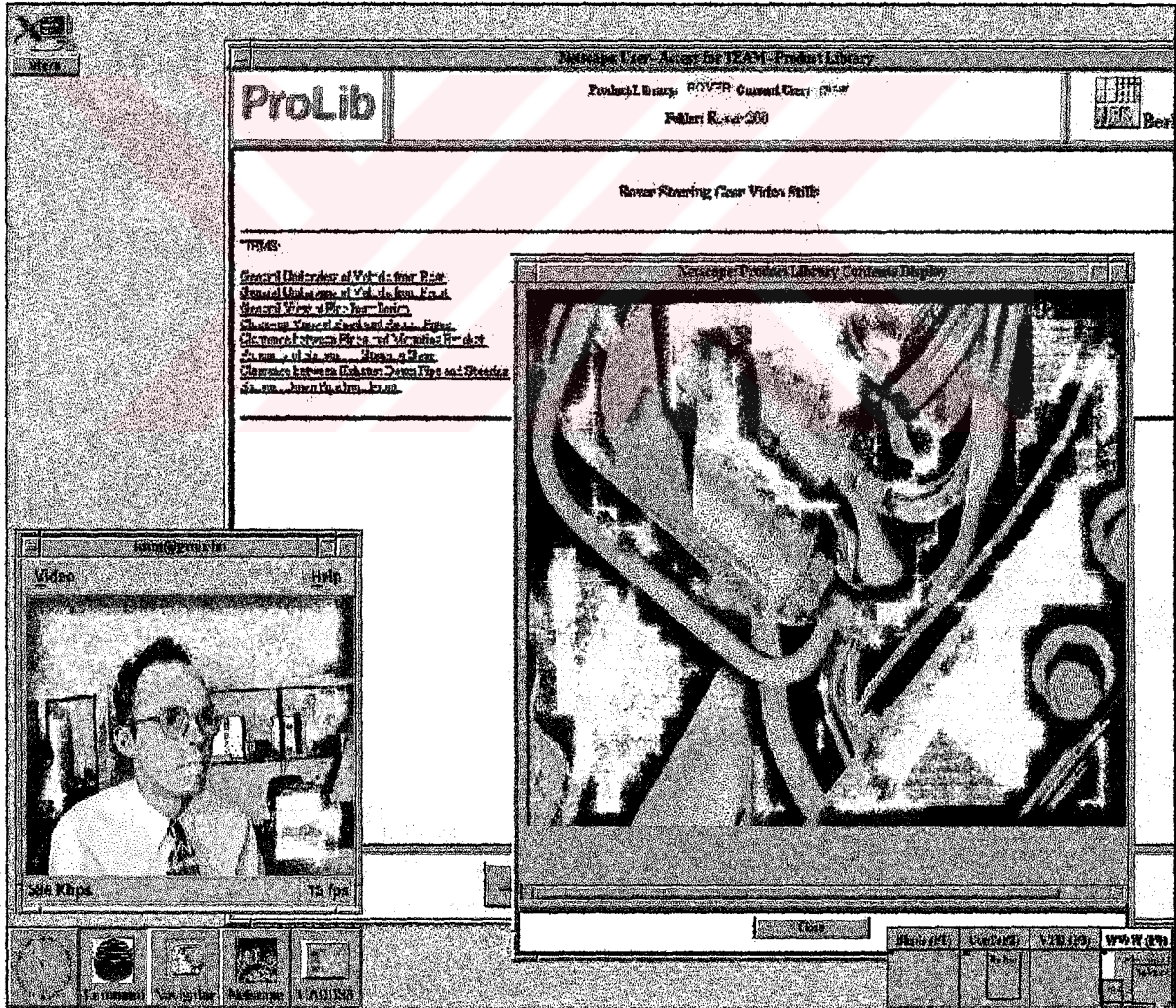


Şekil 6.5 Üretici firmada video-konferans sistemiyle ürün geliştirme (Bal ve Teo, 2000)

V-comm sisteminden önce, farklı fabrikalardaki kişiler, mühendislik değişikliklerini ancak faks makinalarından gelecek haberler ile yapmaktaydı. Herkesin gereken değişiklikleri

yapması ve bundan emin olunması için 2 ay geçmesi gerekmekteydi. Şimdi ise yeni sistemle her fabrika aynı anda değişikliklerden haberdar olmaktadır. Bu sistemle montaj bandından çıkana dek hiç görüşü alınamayan montaj elemanlarından da görüş alınmakta ve çıkabilecek olası hatalar önlenebilmektedir.

Yeni yazılımla araç geliştirme süresinin çok kısaldığı hemen görülebilmektedir. 10 yıl önce, Toyota marka sedan bir otomobil, 24 ayda, 8000 tasarım değişikliğiyle, 2 montaj test aracı ile üretilirken 1990'ların ortasında Toyota, Eşzamanlı Mühendislik yöntemini kullanarak ve hızlı prototipleme yöntemlerinden yararlanarak daha az sayıda tasarım değişikliği ile 18 ayda araç tasarımını tamamlamıştır. Şimdi ise, dijital üretim yazılım programlarını kullanarak, montaj test araçlarını ortadan kaldırarak, toplam tasarım süresini 13 aya indirmiştir. Bu süreçteki toplam tasarım değişikliği sayısı ise sadece 400'dür.



Şekil 6.6 Tedarikçi firmada video-konferans sistemiyle ürün geliştirme (Bal ve Teo, 2000)

Bilindiği gibi Toyota, Eşzamanlı Mühendislik yöntemini en iyi uygulayan firmalardan biridir. Japon Kültürü'ne sahip olmasından da kaynaklanan yönetim felsefesinden dolayı

tedarikçilerle çok iyi ilişkilere sahip bir firma olan Toyota, video-konferans sistemini kullanarak tedarikçilerin ürün tasarımına katılmasında yaşanan problemleri büyük ölçüde azaltmıştır. Farklı bölgelerde çok sayıda üretim merkezi ve binlerce tedarikçisi olan bir otomotiv devi için ürün geliştirme sürecini yönetmek kolay değildir. Ürün geliştirme sürecinde tedarikçilerden uzman kişilerin, tasarımın yapıldığı merkeze gelmesi her zaman mümkün olamamaktadır. Gelse bile bu zaman, para ve iş gücü kaybına yol açmaktadır. Video-konferans sistemine az bir yatırım yaparak bu kayıpları elimine etmek mümkündür. Video-konferans sistemiyle tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine etkin bir şekilde katılması sağlanır.

Toyota'nın Türkiye dışındaki merkezlerinde yoğun olarak kullanılan video-konferans sisteminin uygulanması ne yazık ki Türkiye'de biraz gecikme ile gerçekleştirilebilmiştir. Fakat bu gecikme Toyota firmasından kaynaklanmamaktadır. Gecikmenin nedeni tamamen devletin yatırım politikasından ve altyapı eksikliklerinden kaynaklanmaktadır. Video-konferans sisteminin gerçekleştirilmesi için Türk Telekom'dan ISDN hattı kiralamak gerekmektedir. Türk Telekom ISDN'i beş ilde kullanıma sunmaktadır. Ankara, İstanbul, İzmir, Adana ve Antalya'da başlayan ISDN hizmetinin kısa sürede yurt geneline yaygınlaştırılması planlanmaktadır.

Toyota'nın üretim tesisleri Adapazarı'nda yer almaktadır. Türk Telekom'un ISDN altyapısı kurduğu iller arasında Adapazarı yer almamaktadır. Bu nedenle video-konferans sistemi kurulması kararı verilmesinden uzun bir süre sonra bu sistem kurulmuştur. Adapazarı'nda ISDN altyapısı yer almadığından ya Toyota bu sistemi kurmaktan vazgeçecekti ya da Türk Telekom'un ISDN altyapısını kurmasını bekleyecekti ki bu da birkaç yıldan erken olamazdı. Bunun üzerine Toyota, tüm altyapı masraflarını kendisi karşılamak şartıyla Türk Telekom'dan izin alarak gerekli altyapıyı kurmaya karar verdi. Yapılan fizibilite etüdüne göre sadece kablo ve santral altyapısının kurulması için gereken tutar 100.000 \$ olarak belirlenmiş ve projenin uygulanmasına başlanmıştır. Tutarın bu kadar büyük olmasının sebeplerinden biri Toyota'nın santrale uzak olmasıdır. Uzaklık veri iletimini olumsuz etkilemektedir. Toyota ile santral arasına 4 km fiber optik kablo döşenerek fabrikanın ihtiyaç duyduğu ISDN altyapısı kurulmuştur. Altyapının kurulmasının ardından fabrika içerisinde video-konferans sistemiyle toplantıların yapılmasında kullanılacak bir oda hazırlanmış ve bu oda video-konferans için gerekli ekipmanlarla donatılarak hizmete girmiştir. Zaman ilerledikçe bu odanın ihtiyacı karşılamadığı anlaşılmış ve ikinci odanın hazırlanmasına başlanmıştır.

Gelecekteki yeni tasarımlarında da Toyota V-comm sistemini kullanmayı düşünmektedir. İleride, V-comm sistemini Türkiye’de ki yan sanayilerine de aktarmak istemektedirler. Fakat bunun için öncelikli olarak Türk Telekom’un ISDN altyapısını tüm yurttan kurması büyük önem teşkil etmektedir.



7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yeni bir ürün ve üretim sürecinin tasarımında kullanılan geleneksel yöntemler tasarımın ancak bir aşaması tamamlandıktan sonra bir diğer aşamasına geçmeyi öngörmektedir. Bu sistemde genellikle tasarım bölümü üretim ve pazarlamadan bağımsız olarak çalışır ve tasarım tamamlandığında bunu üretim mühendisliğine devreder. İşin bütününe bu şekilde birbirini takip eden (seri) faaliyetlere bölünmesi kurumsal duvarların örülmesine neden olmakta ve bu tür engellerden dolayı verimli ve etkin olmayan sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Eşzamanlı mühendislik düşüncesinin çıkış nedeni; ürünlerin eskiye göre çok daha karmaşık hale gelmesi ve bir kişi ya da bölüm tarafından tamamen anlaşılmasının güçleşmesi nedeniyle ürün tasarımının çok uzun sürmesi, üretimin maliyetli olması ve ürünün beklenenleri ya da taahhüt edilenleri yerine getirmemesi dolayısıyla müşterilerin memnun edilememesi olmuştur. Etkin ürün geliştirme, farklı işletme fonksiyonlarının birlikte çalışmalarını gerektirir. “Ürün ve süreç mühendisliğinin bir ürün geliştirme takımına eşzamanlı katılımı; hazırlık zamanlarını kısaltır, ürün kalitesini ve performansını yükseltir”. Zira süreç tasarımından habersiz olarak faaliyetlerini yürüten ürün mühendislerinin yaptığı tasarımın uygulanabilirliği yoksa; harcanan emek, zaman ve para boşa gider. Oysa bu ekiplerin eşzamanlı olarak birlikte çalışmaları bu riski azaltır. Böylece üretim hazırlık zamanları kısalmış ve daha kaliteli bir ürün ortaya çıkar. Sonuç olarak da müşteri memnuniyeti artar. Bu nedenle örgütlerde tasarım ve üretim mühendislerinin, kaliteyi iyileştirmek ve maliyetleri düşürmek amacıyla birlikte çalışmaları bir zorunluluk haline gelmiştir.

Eşzamanlı mühendislik felsefesine göre ürün geliştirme sürecine ürün ile ilgisi olan herkesin dahil olması gerekir. Fakat çoğunlukla işletmeler, tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine katılımını ihmal etmektedir. Eşzamanlı mühendislikten tam anlamıyla yararlanabilmek için kapsamının tedarikçileri de içine alacak şekilde genişletilmesi gereklidir. Bilindiği gibi ürün geliştirme sürecine işletmenin farklı departmanlarından çalışanların katılmamasından dolayı ürünle ilgili birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Fakat tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine katılmamasıyla ortaya çıkacak sorunlar daha büyük olmaktadır. Çünkü tedarikçi firmalar teknolojik, organizasyonel, kanuni ve fiziki yönden tamamen farklı işletmelerdir.

Daha az tasarım değişikliği, daha yüksek kalite, daha düşük maliyet, daha kısa ürün geliştirme zamanı vb. için tedarikçilerde ürün geliştirme sürecine katılmalıdır. Tedarikçilerin katılmadığı bir eşzamanlı mühendislik uygulamasında üreticiler, eşzamanlı mühendisliğin yararlarından tam olarak yararlanamazlar.

Tedarikçilerin katılmadığı bir ürün geliştirme sürecinde zaman kaybının yanı sıra ürün tasarlanırken tedarikçilerin üretim kabiliyeti, kolay üretilebilirlik gibi dışsal faktörler göz önüne alınmadığından çok sayıda hata ortaya çıkmakta, maliyet artmakta ve tedarikçilerle sorunlar yaşanmaktadır. Eşzamanlı mühendislik sürecine tedarikçilerin dahil edilmesi, tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine iş isten geçmeden erken katılmasını sağlar ve böylece pozitif sonuçlar elde edilir.

Eşzamanlı mühendisliğin tedarik zincirinde uygulanması ile tedarik zincirinde yer alan firmaların zamana dayalı rekabet gücü artar. Tedarikçilerin ürün tasarımına etkin bir şekilde katılımının sağlanması ile süreçleri ardarda değil eşzamanlı olarak yürütmek mümkündür ve sürecin tamamen tümleştirilmesi ürün geliştirme için gerekli süreyi azaltacaktır. Böylece üretici firmalar müşteri isteklerine de daha çabuk cevap verebileceklerdir.

Eşzamanlı mühendislik sürecine tedarikçilerin dahil edilebilmesi için tedarikçi ilişkilerinin değişmesi gerekmektedir. Çok sayıda tedarikçinin ürün tasarımına aynı anda katılması mümkün değildir. Bu nedenle işletmeler artık daha az sayıda tedarikçi ile çalışmak zorundadır. Tedarikçi sayılarının azaltılmasıyla birlikte, tedarikçiler sadece parça tedarik etmekle kalmamakta bunun yerine giderek modül (sistem) sağlayıcısı olarak konumlanmaktadır. Ayrıca sadece fiyatı baz alan, kısa süreli Amerikan tarzı tedarikçi ilişkileri terk edilerek, uzun süreli işbirliğine dayalı Japon tarzı tedarikçi ilişkileri benimsenmelidir.

Eşzamanlı mühendislik programlarıyla üretici firma ile tedarikçilerin CAD/CAM sistemleri birbirleriyle bağlantılı hale gelmekte, böylelikle farklı parça veya alt-montajların değişik firmalar tarafından tasarlanıp, üretilmesinde karşılaşılan problemler; parçaların bilgisayar ortamında tasarımı, birleştirilmesi ve test edilmesiyle ortadan kaldırılmaktadır. Ayrıca tedarikçilerin üretim kabiliyetinin ürün tasarımında dikkate alınması kaliteyi arttırmakta, hataları ve yapılacak değişiklik sayısını azaltmaktadır. Hata ve değişiklik sayısının azalması ve ürünün ilk seferde doğru yapılması maliyetleri de azaltmaktadır.

Eşzamanlı mühendisliğin gerektirdiği takım çalışması ve işbirliği, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birleştiğinde sanal takımlar ortaya çıkmaktadır. Ürün geliştirme amacıyla oluşturulan sanal takımlarda, üretici firma ve tedarikçilerinin çalışanları gelişmiş bilgisayar sistemleriyle farklı coğrafi mekanlarda bulunsalar dahi ürün geliştirme sürecine eşzamanlı olarak katılabilirler. Bu ortamda sağlanan en önemli yarar, doğru bilgiye kısa zamanda erişebilmektir. Sonuç olarak bu programların kullanılmasıyla tedarik zincirinde daha iyi bilgi yönetimi sağlanır.

Sanal organizasyon, üyeleri uzun vadeli bir amaç için bir araya gelmiş, iletişimlerini ve işlerin koordinasyonunu bilgi-iletişim teknolojileri yoluyla gerçekleştiren, coğrafi olarak geniş alana yayılmış olan bir organizasyondur. Eşzamanlı mühendislik sayesinde aynı son kullanıcı isteğini yerine getirmek için üretici ve tedarikçi firma arasında bilgisayar teknolojilerine dayalı bir ağ kurulmaktadır. Böylece aynı temeller üzerinde faaliyet gösteren bir çok şirket, tek bir amaca yönelik tek bir toplulukmuş gibi çalışmaktadır.

Geleneksel kitle üretim sisteminde yan sanayi ilişkileri israf özelliklerini yansıtmaktadır. Eşzamanlı mühendisliğin tedarik zincirinde uygulanması ile tedarikçi ilişkileri değişmekte, böylece tedarikçilerden kaynaklanan israflar elimine edilmektedir. Bu da işletmelerin yalın üretim felsefesine geçmesini kolaylaştırmaktadır.

Eşzamanlı mühendislik uygulamasıyla değişen tedarikçi ilişkilerinden dolayı, hatalar ve üretim süresi azalmakta, kalite ve tedarikçilere olan güven artmaktadır. Bunun sonucu olarak işletmeler temel yeteneklerine yoğunlaşacak ve diğer faaliyetlerini dış kaynak kullanımı (outsourcing) ile gerçekleştirecektir. Bu şekilde hem organizasyon yapısı yalınlaşacak, hem de organizasyon kademeleri azalacaktır. Sonuç olarak matris organizasyona sahip işletmeler ortaya çıkacaktır.

Tedarikçilerin eşzamanlı mühendislik sürecine dahil edilmesi ile değişen tedarikçi ilişkilerinden dolayı tedarik zinciri yapısı da değişime uğrayacaktır. Yalın tedarik zincirinde, daha az tedarikçi firma yer almakta, tedarikçilerle ilişkilerde katmanlı yapıya geçilmekte, bilgisayar teknolojileri vasıtasıyla tedarikçilerle iletişim sağlanmaktadır.

Sonuç olarak tedarikçilerin ürün geliştirme sürecine eşzamanlı olarak katılımı hem üretici hem de tedarikçi firma için büyük önem taşımaktadır. Değişen tedarikçi ilişkilerinden dolayı üretici-tedarikçi ilişkileri uzun dönemli ve işbirliğine dayalı olmakta ve üreticiler tedarikçilerini kolayca değiştirmemekte bunun sonucunda tedarikçilerin yaptığı yatırımlar boşa gitmemektedir. Bu nedenle işletmeler, karşılıklı olarak elde edecekleri yararları göz önüne alıp iletişim teknolojilerinden yararlanarak tedarikçilerini ürün geliştirme sürecine eşzamanlı olarak dahil etmelidirler. Aksi takdirde daha kaliteli ve daha ucuz ürünü daha kısa sürede piyasaya sunabilen rakipleriyle rekabet edemeyecek ve rekabet yarışında geride kalacaklardır.

KAYNAKLAR

- Ahuja, M. K. ve Carley, K. M., (1999), "Network Structure in Virtual Organizations", *Organization Science*, 10(6):741-747.
- Akalın, T., (2002), "Ürün Tasarımında Taguchi Yöntemi ve Bir Örnek Uygulama", *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, 12(1):38-50.
- Akgeyik, T., (2000), "Teknolojik Değişim, Postfordist Eğilimler ve Endüstri İlişkilerinde Yeni Arayışlar", *Çimento İşveren Dergisi*, 14(3):3-17.
- Akın, H. B., (2001), "İleri İmalat Teknolojisi Kullanımında Yönetmel Faktörler ve Başarı Üzerindeki Etkileri", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 12(1):18-22.
- Albayrak, C., (1999), "Eşzamanlı Mühendislik: Tasarım İkileminin Çözümü", *Makine Tek Dergisi*, 46:32-37.
- Apilo, T., Salmi, T. ve Heilala, J., (2001), "Virtual Production System Development in Product Process", *Virtual Prototyping Seminar*, 1 February 2001, Otaniemi Espoo/Finland.
- Aydın, M. N., (2000), "Ardışık Tedarik Zincirinde Gereksiz Tekrarların Kaldırılması ve Bütünleşik Talep Planlaması", 17. Bilişim Kurultayı, 6-10 Eylül 2000, İstanbul.
- Batmaca, Ş. ve Uysal, İ., (1999), "Tümleşik Ürün ve Süreç Geliştirme (Tüsüg) ve Savunma İhtiyaçlarının Ar-Ge'ye Dayalı Tedariği", *Aselsan Dergisi*, 53:9-12.
- Bal, J. ve Teo, P. K., (2000), "Implementing Virtual Teamworking. Part 1: A Literature Review of Best Practice", *Logistics Information Management*, 13(6):346-352.
- Bayraktar, E., (1997), "İmalat Süreçlerinde Reengineering: Eşzamanlı Mühendislik (Concurrent Engineering)", *Makine Magazin Dergisi*, 14:70-76.
- Birleşik Metal-İş, (2001), "Varşova Toplantı Raporu", *Otomotiv Sektörü ve AB Genişleme Süreci Konferansı*, 26-27 Ocak 2001, Varşova/Polonya.
- Cengiz, Y. B. ve Yayla, A. Y., (1997), "Rekabet Üstünlüğü İçin Modern Yaklaşımlar", 6. Ulusal Kalite Kongresi, 12-13 Kasım 1997, İstanbul.
- Chuang, W. ve Grady, P., (2001), "Research Issues in E-Commerce and Product Development", *University of Iowa Internet Lab Technical Report (TR 2001-09)*, 12 July 2001, Iowa.
- Demir, E., (2000), *Müşteri Odaklı Yönetim ve Uygulaması*, Lisans Bitirme Projesi, YTÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü (yayınlanmamış).
- Demiryol, H. N., (1999), *Eşzamanlı Mühendislik Tanımları, Kullanılma Nedenleri ve Uygulama Teknikleri*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış).
- Doğan, Ö. İ., (2000), "Kalite Uygulamalarının İşletmelerin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(1):2-156.
- Eren, Ş., Kayacık, G. ve Atakan, F., (2001), "Firmalar Arası Elektronik Ticaret ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Gezici Etmen Teknolojisinin Kullanımı", *inet-tr'2001 VII. Türkiye'de İnternet Konferansı*, 1-3 Kasım 2001, İstanbul.
- Fıkırkoca, M., (2000), "Savunma Sanayiinde Tasarımda Kalite Yaklaşımları", *Aselsan Dergisi*, 59:24-27.

- Görücü, B., (2000), "MCAD'in Geleceği", Sanal Gazete, 1(5):21.
- Graaf, R. ve Kornelius, L., (1996), "Inter-Organizational Concurrent Engineering: A Case Study in PCB Manufacturing", Computers in Industry, 30(1):37-47.
- Hines, P. ve Rich, N., (1997), "Supply-Chain Management and Time-Based Competition: The Role of The Supplier Association", International Journal of Physical, Distribution & Logistics Management, 27(3/4):210-225.
- İlter, H. K., (2001), "Extranet'ler ve Sanal Organizasyonlarda Değer Zinciri Yönetimi", 2. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 8-9 Kasım 2001, İstanbul.
- Kaygusuz, S. Y., (1999), "Kalitesizliğin Önemli Bir Boyutu Kalite Maliyetleri", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 17(1):56-63.
- Kaygusuz, S. Y., (2001), "Üretim Süresinin İşletme Performansına Etkisi", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(4):95-109.
- Müftüoğlu, S., (1999), "CAD/CAM/CAE Yazılım Seçiminde Yeni Ağırlık Kazanan Kriterler", Mühendis ve Makine Dergisi, 40(475):23-27.
- Oscarsson, J., (2000), Enhanced Virtual Manufacturing: Advanced Digital Mock-up Technology With Simulation of Variances, PhD. Thesis, De Montfort University Faculty of Computing Sciences and Engineering.
- Özer, P. S. ve Yenginol, F., (1999), "Kıyaslamanın Bir Kullanım Alanı: Kalite Fonksiyon Göçerimi", 8. Ulusal Kalite Kongresi, 3-4 Kasım 1999, İstanbul.
- Saat, M., (2000), "Kalite Denetiminde Taguchi Yaklaşımı", Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(3):97-108.
- Shenas, D. G. ve Derakhshan, S., (1994), "Organizational Approaches to the Implementation of Simultaneous Engineering", International Journal of Production Management, 14:30-43.
- Sullivan, W. G. ve Parsaei, H. R., (1993), Concurrent Engineering: Contemporary Issues and Modern Design Tool, Chapman & Hall, London.
- Şen, A., Deveci, İ., Yenginol, F. ve Gürkaynak, Y., (1999), "Bir Sistem Tasarımında Kfg, Hmea ve Güvenilirlik Tekniklerinin Tasarım Güvencesi Amacı İle Kullanılması", Marmara Üniversitesi IV. Ulusal İstatistik ve Ekonometri Sempozyumu, 14-16 Mayıs 1999, Antalya.
- Şahin, M. ve Berberoğlu, G. N., (2001), Genel İşletme, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Tanrıverdi, F. Z., (1999), "Değişimin Adı: Eşzamanlı Mühendislik", Mühendis ve Makine Dergisi, 40(474):15-20.
- Türkhan, A. E. ve Türkhan, H., (1988), Türkçe Sözlük, Fono Yayınları, İstanbul.
- Tüz, M. V., (1998), "Yalın Örgütlerin Yönetimi ve Türk İşletmelerine Bu Açından Öneriler", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(1):33-42.
- Twigg, D., (1997), "The Role of Supplier Guest Engineer in The Customer's Product Development Team", EIASM 4th International Product Development Conference, 26-27 July 1997, Stockholm/ Sweden.
- Ulusoy, G., Payzın, A. E. ve Kaylan, A. R., (2001), "Türk Elektronik Sanayinde Yeni Ürün Geliştirme Süreci", Elektrik Mühendisliği Dergisi, 410:31-37.

Ünsal, H. S., (1997), “Kalite Fonksiyon Açınımı”, 6. Ulusal Kalite Kongresi, 12-13 Kasım 1997, İstanbul.

Wasti, S. N. ve Wasti, S. A., “Ana Sanayi-Yan Sanayi İlişkilerinde Güven ve Bağlılık Ölçeklerinin Geliştirilmesi”, 8. Yönetim ve Organizasyon Kongresi, 25-27 Mayıs 2000, Erciyes Üniversitesi, Nevşehir.

Wu, T., Blackhurst, J. ve O’Grady, (2001), “Integrated Enterprise Concurrent Engineering: A Framework and Implementation”, University of Iowa Internet Lab Technical Report (TR 2001-08), 5 June 2001, Iowa.

Yaman, Z., (2001), “Tedarik Zinciri Yönetiminde (SCM) Bilgisayar Yazılımları ve SCM’ye Geçiş Uygulamaları”, Kara Harp Okulu Bilim Dergisi, 11(1):132-152.

Yoon, K. P. ve Naadimuthu, G., (1994), “A Make-or-Buy Decision Analysis Involving Imprecise Data”, International Journal of Operations & Production Management, 14(2):62-69.

İNTERNET ADRESLERİ

- 1- <http://www.apqc.org/free/whitepapers/dispWhitePaper.cfm?ProductID=669>, “The Basics of New Product Development”, 2000.
- 2- <http://160.75.45.1/icerik/7tasarim/html/tasarim.htm>, “Tasarım ve Tasarım Teknikleri”, 2001.
- 3- http://www.5mworld.com/mk3_eszamanlimuh.htm, “Eşzamanlı Mühendislik”, 2001.
- 4- <http://www.pyd.org.tr/003.pdf>, “Sistem Geliştirme Çalışmalarında Eşzamanlı Mühendislik”, 1997.
- 5- <http://server.karabulmas.edu.tr/bilim/KARABUK%20TEK.EGT.FAK/C.GOLOGLU/cgologlu-ktf.doc>, “Tasarım ve İmalatta Eşzamanlı Mühendislik”, 2002.
- 6- http://www.rpi.edu/~hollid/classes/om2/slides/Product_and_Service_Design.ppt, “Operations Management II - Product and Service Design Class Notes”, 2002,
- 7- <http://www.yenginol.com/uzmanlik/em.htm>, “Eşzamanlı Mühendislik”, 2000.
- 8- <http://www.cs.dal.ca/~kayacik/research/YIK/odtuyik.htm>, “Elektronik Ticaret ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Web Tabanlı Entegrasyonu”, 2002.
- 9- <http://www.e-cozumevi.com/scm.htm>, “Tedarik Zinciri Yönetimi”, 2000.
- 10- <http://www.cadem.com.tr/makale/sm-01.html>, “Tasarım Sürecinde Yeni Teknolojiler ve İnternet”, 2002.
- 11- <http://bornova.ege.edu.tr/~turkers/zamanWEB.html>, “Zamana Dayalı Rekabetin Maliyetler ve Verimlilik Üzerine Etkisi”, 2001.
- 12- http://www.cisco.com/global/TR/solutions/ent/manufacturing/man_hi/man_hi_three.shtml, “Yüksek Teknoloji Üretim - Ürün Geliştirme Sürelerini Kısaltma”, 2002.
- 13- http://www.5mworld.com/kasim_2000/Makale_yalin.htm, “Yalın Üretimde Yan Sanayi Azaltma”, 2000.
- 14- http://www.5mworld.com/aralik_2000/Makale_s.htm, “Uluslararası Stratejik İttifaklar: İş Ortaklıkları ve Şirket Birleşmeleri”, 2000.

- 15- <http://www.danismend.com/konular/insankaynaklari/TAKIMLAR.htm>, “Takım Çalışmaları Çeşitleri ve Oluşum Süreci”, 2001.
- 16- <http://www.sunmicrosystems.com.tr/point-com/rehber/nokta1.html>, “Nasıl .Com'lanır? İş Stratejilerinizi Belirleyin”, 2001.
- 17- <http://www.danismend.com/konular/stratejiyon/YALIN%20DUSUNCE'YE%20GIRIS.htm>, “Yalın Düşünce’ye Giriş”, 2001.
- 18- http://www.dig.bris.ac.uk/teaching/o_a_hf/rcand/rcand.htm, “The Influence of Eastern and Western Business Cultures in the Automotive Industry”, 1998.
- 19- <http://www.mylmz.net/uretim/jit/yalin.htm>, “Toyota Üretim Sistemi”, 2002.
- 20- <http://www.toyotasa.com.tr>, 2002.
- 21- <http://www.teknosis.com.tr/videoconf.htm>, “Video Konferans Çözümü”, 2002.
- 22- http://dergi.tbd.org.tr/yazarlar/26112001/hakan_tekedere.htm, “İnteraktif İletişim ve Video Konferans”, 2001.
- 23- http://dergi.tbd.org.tr/yazarlar/30072001/hakan_tekedere.htm, “Bilgi Paylaşımı İçin Hızlı Bir İletişim Modeli: ISDN”, 2001.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 10.08.1979

Doğum yeri Gebze

Lise 1993-1996 Özel Ahmet Şimşek Fen Lisesi

Lisans 1996-2000 Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2000-2002 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

2000-2002 Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı

Çalıştığı kurum

2001-2002 Diler Demir İlköğretim Okulu

