

**BAŐKET ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR SİSTEM TASARIM VE ÜRETİM FİRNASINDA EŞ**  
**ZAMANLI MÜHENDİSLİK UYGULAMASI**

**GİZEM YAVUZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**2016**



**BİR SİSTEM TASARIM VE ÜRETİM FİRMASINDA EŞ  
ZAMANLI MÜHENDİSLİK UYGULAMASI**

**APPLICATION OF CONCURRENT ENGINEERING AT THE  
DESIGN AND MANUFACTURING COMPANY**

**GİZEM YAVUZ**

Başkent Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
ENDÜSTRİ Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEKLİSANS TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.

2016

“Bir Sistem Tasarım Ve Üretim Firmasında Eş Zamanlı Mühendislik Uygulaması” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 12/02/2016 tarihinde, **ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI’** nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Prof.Dr. Mustafa Yurdakul

ÜYE(Danışman) :

Doç.Dr. Yusuf Tansel İç

Üye :

Yrd. Doç.Dr. Gülin Feryal Can

ONAY

.... / 02 / 2016

Prof. Dr. Emin AKATA  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEŐEKKÜR**

Sayın Doç. Dr. Yusuf Tansel İ' e (tez danışmanı), çalışmanın sonuca ulaştırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında her zaman yardımcı ve yol gösterici olduğu için...

Sayın Prof. Dr. Tahir Yavuz' a, tez ile ilgili tartışmalardaki katkıları ve sonsuz desteği için...

Sayın Akana Mühendislik Genel Müdürü Köksal zdemir'e tez konusu keşfi ve sonsuz katkısı ve desteği için...

## ÖZ

# BİR SİSTEM TASARIM VE ÜRETİM FİRMASINDA EŞZAMANLI MÜHENDİSLİK UYGULAMASI

Gizem YAVUZ

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez çalışmasında orta ölçekli savunma sanayi firması olan Akana Mühendislik A.Ş' de bir tasarım projesinde eş zamanlı mühendislik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Firmada kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) uygulanarak hangi teknik isterlerin üzerinde durulması gerektiği, tasarım, üretim satın alma, kalite güvence gibi farklı fonksiyonlara yönelik çalışmaların eş zamanlı başlatılma faaliyeti ve bu çalışmanın sonunda kazanılan katma değer açısından incelenmiştir. Firmanın sürekli yeni tasarım projeleri alması, mevcut faaliyetlerle ilgili hazır veri paketinin bulunmaması, ürün veri yönetimine yönelik olarak projelerin teklif aşamasından başlayıp lojistik destek alanına kadarki bilgiyi kapsayacak şekilde bir veri tabanının bulunmaması, süreçlerin kontrolünde önemli güçlükler yaratmaktadır. Bu güçlüklerin üstesinden gelmek üzere örnek bir proje üzerinde eşzamanlı mühendislik uygulaması gerçekleştirilmiş ve çalışma sonunda kalite maliyetlerinde düşüş, yeniden yapılandırılmış organizasyon, müşteri memnuniyetinde artış, mühendislik değişiklik önerilerinde azalma, tasarım ve geliştirme dönemindeki kritik noktaların tespiti, ve erken teslimat performansında iyileşmeler elde edilebilmiştir.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Eş Zamanlı Mühendislik, Kalite Fonksiyon Göçerimi, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi, Sistem Mühendisliği, Toplam Kalite Yönetimi, Kalite Maliyeti

**Danışman:** Doç. Dr. Yusuf Tansel İç, Başkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.

## **ABSTRACT**

### **APPLICATION OF CONCURRENT ENGINEERING AT THE DESIGN AND MANUFACTURING COMPANY**

Gizem YAVUZ

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Akana Mühendislik A.Ş. is a medium sized enterprise which carries on a business in defense industry. In this thesis study, concurrent engineering implementation is performed as a design project in this firm. With implementing quality function deployment (QFD), we worked on design, production, purchasing, quality assurance and emphasized the needed technical issues. These different functions are analyzed under two titles such as starting a synchronous operation and earned value from all the studies. Bounds of this study are having design projects again & again and not having a current data packet. Starting from offer stage to logistic support, there are not any data packets that can be another bound for above mentioned study. At the end of this study, we got productive results such as decreasing in quality costs, reconstituted organization, increasing in customer satisfaction, ratio of suggestions are decreased for engineering change proposal, determining the critical points of design and development and gained early delivery performance.

**KEYWORDS:** Concurrent engineering, Quality Function Deployment, Product Life Cycle Management, System Engineering, Total Quality Management, Quality Cost

**Adviser:** Doç. Dr. Yusuf Tansel İç, Başkent University, Department of Industrial Engineering

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER LİSTESİ .....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	viii
<b>1.GENEL BİLGİLER VE TEZİN KAPSAMI.....</b>	<b>1</b>
1.1 Giriş .....	1
1.2 Literatür Araştırması .....	2
1.3 Tezin Amacı ve Kapsamı .....	4
<b>2.METODOLOJİ.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kalite Maliyeti Kavramı .....	5
2.1.1. Kalitesizlik maliyet modelleri .....	7
2.1.2. Maliyetlerin sınıflandırılması .....	9
2.1.3. Maliyetlerin analizi ve faydaları .....	15
2.1.4. Maliyet analizinde kullanılan yöntemler.....	16
2.1.5. Maliyetlerin raporlanması.....	17
2.1.6. Kalite maliyetlerinin azaltılması .....	18
2.2. Eş Zamanlı Mühendislik .....	21
2.2.1. Eş zamanlı mühendislik araçları .....	23
2.2.2. Eş zamanlı mühendislik prensipleri.....	24
2.2.3. Eş zamanlı mühendislik faydaları ve tehlikeli yönleri .....	26
2.2.4. Eş zamanlı mühendislik metrikleri.....	29
2.2.5. Eş zamanlı mühendislik ve kalite fonksiyon göçerimi.....	31
2.2.6 Kalite fonksiyon göçeriminin faydaları .....	32
<b>3. EŞ ZAMANLI MÜHENDİSLİK UYGULAMASI.....</b>	<b>45</b>
3.1 Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması .....	47
3.1.1 Tüketici özelliklerinin ve rakip ürünlerin belirlenmesi.....	47
3.1.2 Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi ve önem derecesinin tespiti.....	49
3.1.3 Müşteri memnuniyet seviyelerinin analizi .....	50
3.1.4 Teknik özelliklerin belirlenmesi .....	55
3.1.5 İlişkilerin belirlenmesi ve korelasyon matrisi .....	56



3.1.6 Teknik gereksinimlerin mutlak ve bağıl önem derecelerinin hesaplanması .....	58
3.1.7 Teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi .....	60
3.1.8 Rakiplerle karşılaştırma ve hedeflerin belirlenmesi .....	62
3.2 Proje Takviminin Oluşturulması ve Tasarım&Üretim Faaliyetlerini Planlama .....	66
3.3 CAD/CAM Programların Oluşumu .....	70
3.4 Eş Zamanlı Mühendislik Sonucundaki Kalite Maliyet Çalışması .....	70
3.4.1 Eş zamanlı mühendislik öncesi kalite maliyetleri .....	71
3.4.2 Eş zamanlı mühendislik sonrası kalite maliyetleri .....	72
<b>4. SONUÇLAR .....</b>	<b>83</b>
EKLER LİSTESİ .....	87

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Üretim Maliyet Sınıfları .....	6
Şekil 2 PAF Akışı.....	9
Şekil 3 Örnek Eğilim Analizi.....	17
Şekil 4 Eş Zamanlı Mühendislik Araçları .....	23
Şekil 5 Proseslerin Azaltılması Grafiği.....	26
Şekil 6 Arayüz Azaltılması Grafiği .....	26
Şekil 7 CE Öncesi ve Sonrası Gelişmeler .....	28
Şekil 8 Geleneksel Metot ile Eş Zamanlı Mühendislik Karşılaştırması .....	28
Şekil 9 Kalite Evi Basamakları.....	33
Şekil 10 Anket Çalışmaları ile Elde Edilen Müşteri İstekleri.....	34
Şekil 11 Tüketici İhtiyaçları ve Önem Seviyeleri.....	35
Şekil 12 Müşteri İhtiyaçlarının Teknik İhtiyaçlara Dönüştürülmesi .....	38
Şekil 13 Müşteri İstekleri İle Teknik İhtiyaçlar Arasındaki İlişkiler .....	39
Şekil 14 Teknik İhtiyaçların Mutlak ve Bağlı Önemlerinin Hesaplanması .....	40
Şekil 15 Teknik İsterler Arasındaki Korelasyon Grafiği.....	41
Şekil 16 Performans Hedefleri.....	42
Şekil 17 Tamamlanmış Kalite Evi .....	42
Şekil 18 Akana Mühendislik Tarihçesi .....	45
Şekil 19 A Sistemi Görseli .....	47
Şekil 20 B Sistemi Görseli .....	48
Şekil 21 C Sistemi Görseli.....	48
Şekil 22 A Sisteminin Mutlak ve Bağlı Önem Derecelerinin Hesaplanması.....	59
Şekil 23 B Sisteminin Mutlak ve Bağlı Önem Derecelerinin Hesaplanması.....	59
Şekil 24 C Sisteminin Mutlak ve Bağlı Önem Derecelerinin Hesaplanması .....	60
Şekil 25 A Sisteminin Teknik Gereksinimleri Arasındaki İlişki Grafiği .....	60

Şekil 26 B Sisteminin Teknik Gereksinimleri Arasındaki İlişki Grafiği .....	61
Şekil 27 C Sisteminin Teknik Gereksinimleri Arasındaki İlişki Grafiği.....	61
Şekil 28 A Sistemi İçin Tamamlanmış Kalite Evi .....	63
Şekil 29 B Sistemi İçin Tamamlanmış Kalite Evi .....	64
Şekil 30 C Sistemi İçin Tamamlanmış Kalite Evi .....	65
Şekil 31 Güncellenen Organizasyon Şeması .....	68
Şekil 32 Eş Zamanlı Fonksiyon Çalışması .....	70
Şekil 33 Eş Zamanlı Mühendislik Öncesi Toplam Kalite Maliyeti.....	81
Şekil 34 Eş Zamanlı Uygulaması Sonrası Maliyetler .....	81
Şekil 35 Eş Zamanlı Mühendislik Öncesi ve Sonrası Maliyet Kıyaslaması.....	82
Şekil 36 2013 ve 2015 Mühendislik Değişiklik İsteği Dağılımı .....	84
Şekil 37 Müşteri Şikayeti Analizi.....	84

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1 Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması.....	15
Çizelge 2 Örnek Kalite Maliyeti Tablosu.....	18
Çizelge 3 CE Uygulayan Başlıca Firmalar ve Elde Edinilen Faydalar .....	29
Çizelge 4 Müşteri Algılaması Analiz Matrisi.....	37
Çizelge 5 A Sistemine Ait Müşteri İstekleri ve Önem Seviyeleri .....	50
Çizelge 6 B Sistemine Ait Müşteri İstekleri ve Önem Seviyeleri .....	50
Çizelge 7 C Sistemine Ait Müşteri İstekleri ve Önem Seviyeleri.....	51
Çizelge 8 A Sistemine Ait Memnuniyet Seviyelerinin Analizi ve Hesaplamalar ....	52
Çizelge 9 B Sistemine Ait Memnuniyet Seviyeleri Analizi ve Hesaplamalar .....	53
Çizelge 10 C Sistemine Ait Memnuniyet Seviyeleri Analizi ve Hesaplamalar.....	54
Çizelge 11 A Sistemi Korelasyon Matrisi.....	56
Çizelge 12 B Sistemi Korelasyon Matrisi.....	57
Çizelge 13 C Sistemi Korelasyon Matrisi.....	58
Çizelge 14 Maliyet Kalemleri .....	72
Çizelge 15 Hurda Maliyet Tablosu.....	77
Çizelge 16 Yeniden İşleme ve Tamir Maliyet Tablosu .....	78
Çizelge 17 A, B ve C Sistemleri Kalite Maliyet Raporu.....	80

## **SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ**

AOK	Ara Operasyon Kontrolü
CAD	Computer Aided Design( Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAM	Computer Aided Manufacturing(Bilgisayar Destekli İmalat)
CE	Concurrent Engineering(Eş Zamanlı Mühendislik)
GKKF	Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri
HGKKF	Hatalı Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri
KFG	Kalite Fonksiyon Göçerimi
KK	Kayıtların Kontrolü
ÖTEKD	Ölçüm ve Test Ekipmanlarının Kalibrasyon ve Doğrulaması
SOK	Son Operasyon Kontrolü
TÇİÜD	Tezgâhtan Çıkan İlk Ürün Doğrulaması
TDGG	Tasarım Dönemleri Gözden Geçirmesi
YSGGTD	Yönetim Sistemi Gözden Geçirmesi ve Tasarım Doğrulaması

# 1. GENEL BİLGİLER VE TEZİN KAPSAMI

## 1.1 Giriş

Günümüzde hemen hemen tüm sektörlerde (örn. otomotiv, savunma sanayi vb.) teknolojinin gelişmesi, pazar ihtiyaçlarının artması, rekabet edilebilir fiyatlarda firmaların ömrünü devam ettirmesi, etkili ürün geliştirme, yüksek kalite ve düşük maliyette ürünlerin satılabilmesi faktörleri firmaların başarısında kritik rol oynamaktadır. Etkili ürün geliştirme faaliyetleri başta müşteri gereksinimlerini ve beklentilerini tatmin edici bir şekilde karşılamak üzere firmalar arası değer yaratmanın en önemli süreçlerinden biridir. Günümüzdeki rekabet ortamında, müşteri odaklılık prensibi ile müşteri istek ve beklentilerini kavramış ve bu doğrultuda hızlı bir şekilde ürünlerini tasarlayıp üreten firmalar rekabet piyasasında bir adım önde bulunan firmalardır. Geleneksel metotlarla ile ürünü oluşturmaya yönelik süreçlerdeki tasarım, satın alma, üretim planlama, üretim, kalite kontrol vb. gibi hep birbirini takip eden ardışık süreçler söz konusu olduğu için ürün gerçekleştirmede önemli düzeyde kayıplar yaşanmaktadır. Bu kayıplar tasarım değişiklikleri sayısının fazlalığı, üretim metodu değişiklikleri, kalite kontrol aktivitelerinin tekrarlanması, organizasyonel değişiklikler, kalitesizlik maliyetleri, teslimat zamanlarında gecikmeler, endirekt maliyetlerdeki artışlardır. Dolayısı ile bu artışlar ürün geliştirme zamanını azaltmaya yönelik yeni yaklaşımların keşfini doğurmuştur. Eş zamanlı mühendisliğin konsepti ürün geliştirme süresini azaltmak anlamında bulgunun ilk keşfinde önerilmiştir [Barkan, 1988; Evans, 1988; Stuffer 1988; Winner et. Al.1988].

Firmalar yeni ürün geliştirdiği ölçüde ilgili sektörlerinde fark yaratmaktadır. Bu nedenle eş zamanlı mühendislik yaklaşımı anahtar fonksiyon olmaktadır. Eş zamanlı mühendislik ile ürün geliştirme sürecinde ortaya çıkabilecek kayıpların minimize edilmesi hedeflenmektedir.

Bu tezde, savunma sanayi sektöründe faaliyet gösteren Akana Mühendislik A.Ş. firmasında eş zamanlı mühendislik yaklaşımı ile ürün geliştirme sürecinde yaşanabilecek kayıpların minimize edilmesi için gerçekleştirilen uygulamalara yer verilmiştir. Bu tez dokümanında Bölüm 1; Giriş, Literatür Araştırmasını, Bölüm 2;

Metodoloji, Bölüm 3; Akana Mühendislik' te Eş Zamanlı Mühendislik Uygulamasını, Bölüm 4 ise Elde edilen sonuçları içermektedir.

## 1.2 Literatür Araştırması

Literatürde savunma sanayinde eş zamanlı mühendislik yaklaşımı ile ilgili çok fazla çalışma yayınlanmamıştır. Bunun nedeni savunma sanayi ve özelinde havacılık sektöründe eş zamanlı mühendislik uygulamalarının yaygın bir şekilde yapılmasına rağmen, uygulama yapılan projelerin çok gizli olması ve uygulanacak yaklaşımın kültürel farklılık ve zorluk içermesinden kaynaklanabilmektedir.

Yapılan çalışmalara bakıldığında; 2015 yılında yayınlanan bir makalede [1], stokastik bilgisayar modeli kullanılarak, bir proseste farklı seviyedeki bindirmeli (overlapping) veya sürekli olarak büyüyen ya da küçülen etkileşimler modellenerek bindirmeli ve fonksiyonel etkileşim incelenmiştir. Çalışmada, sonuç olarak, yüksek derecede belirsizlik ya da hata altında, ardışık proseslerin yüksek bindirmeli modelden daha iyi sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Mohamad and Yusoff [2], hızlı yemek yenen restoranlarda çokça kullanılan su kupalarının tasarımlarının geliştirilmesinde eş zamanlı mühendislik uygulamasını kullanmıştır. Prasad [3], eş zamanlı mühendislik ile paralel mühendislik arasında bir analogi ortaya koymaya çalışmıştır. Ganagambegai and Shanmugam [4], gelişen dünya ekonomisinde pazara sürekli yeni ürün tasarlayıp sunan Malezya' da kurulan küçük ve orta ölçekli firmaların nasıl eş zamanlı mühendislik uygulamasını gerçekleştirdiğini anket metodu ile analiz etmişlerdir. Anket sonuçları bu firmaların eş zamanlı mühendislik uygulaması adı altında geleneksel metot kullandıkları, aslında eşzamanlı mühendislik konseptinden çok uzak olduklarını ortaya çıkarmışlardır. Tsai, Yang ve Liao [5], boru hattı montajında iskelet yapının değerlendirilmesi için eş zamanlı mühendislik konseptine dayalı Delphi metodunu kullanmışlardır. Her bir yapının faktörleri tanımlanmış olup, pratik uygulamalar için, bu faktörleri dikkate alan yedi yönetim modelini teklif etmişlerdir. Sonuç olarak uygulanan modeller ile inşaat maliyetleri %38'den %18'e düşürülmüş olup, inşaatın süresi %52'den %32'ye indirgenmiştir. Addo-Tenkorang [6], eş zamanlı mühendislik konusunda bir literatür gözden geçirme çalışması yapmış ve çeşitli dergilerde eş zamanlı mühendislik alanında çıkan makaleleri toparlamıştır. Bu çalışmanın amacı, eş zamanlı mühendisliğin geleceği konusunda bir öngörü ortaya konmuştur.

Raudberget [7], endüstride eş zamanlı mühendisliği esas alan uygulamalar konusunda çalışmalar yapmıştır. Çalışmasında eş zamanlı mühendislik uygulamasının, yenilik, üretim, fiyatlama ve performans konularında önemli etki yaptığını vurgulamıştır. Bogus, Molenaar, ve Diekmann [8], uzman görüşleri doğrultusunda tasarım aktivitelerinin oluşumu ve hassaslığının tanımlanması için bir metot geliştirmiştir. Aktivitelerin oluşumu tasarım optimizasyon seviyelerinin değerlendirilmesi, kısıtların yeterliliği, dışarıdan gelen bilgilerdeki değişimler tarafından tanımlandığını göstermişlerdir. Aktivitelerdeki hassaslığın ise, aktivitenin kısıtlarının değerlendirilmesi, girdi değişkenleri, tasarım entegrasyonunun seviyeleri tarafından tanımlandığını göstermişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda ürün teslimat zamanlarında önemli derecede azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Yasine ve Braha [9] eş zamanlı mühendislik prensipleri konusunda çalışmışlar ve eş zamanlı mühendisliğin karmaşık bir üretim için uygulanırken, uygulanan yönetimi etkileyecek dört kritik nokta üzerinde durmuşlardır. Bu kritik noktalar, iterasyon( iteration), birbiri üstüne bindirme( overlapping), ayrıştırılma (decomposition) ve entegrasyon olduğu ifade edilmiştir. Problem çözümünde Tasarım Yapı Modeli ( Design Structure Model – DSM) kullanılmıştır. Chan ve Wu [10] , Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) konusunda literatür araştırması yapmışlardır. Özellikle Japon ve Amerikan kaynaklarını analiz etmişlerdir. Bilgileri katagorize ettikten sonra KFG uygulanan fonksiyonel alanları, uygulanan sektörler ve metodoloji analiz edilmiştir. Ardından özellikle KFG yaklaşımına uzak ve KFG metodunu henüz yeni uygulayacak firmalara 10 tane KFG ile ilgili makale önerilmiştir. Starberk ve Grum [11] eş zamanlı mühendisliğin küçük firmalara uygulamasını incelemişlerdir. Küçük firmaların dünya pazarına indiklerinde bir çok problemle karşılaştıkları, bu problemlerin ardışık mühendislik uygulamasını eş zamanlı mühendislik uygulamasına dönüştürerek çözülebildiğini ifade etmişlerdir. Koufteros ve arkadaşları [12], eş zamanlı mühendislik ve sonuçları konulu bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada teknolojinin ve pazarlamanın zaman içerisinde değişiminin bir belirsizlik yarattığını ve buna paralel olarak firmaların bu değişime uyum sağlamak için çeşitli yapı değişikliğine gittiklerine değinilmiştir. Eş zamanlı mühendisliğin bu gibi problemlerin üstesinden gelmesi için bir mekanizma olduğunu ve belirsizlikleri azaltabileceğini ifade ederek firmaların böyle bir ortamda rekabet etme gücünü artıracığını ifade etmişlerdir. Çalışmada çok sayıda firma



üzerinde uygulama yaparak teknoloji ve üretim değıştikçe eş zamanlı mühendislik uygulamasının problemleri ortadan kaldırıcı etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Prasad [13], gelişen yirminci yüzyılın teknolojisinde inovatif yeni ürünler ile pazara hızlı girmenin günden güne çok kritik rol oynadığını eski bir paradigma olan "şimdi tasarla daha sonra nasıl anla" kavramının uzun dönemde bir çok problem ortaya çıkardığını tanımlamıştır. Günümüzde CAD/CAM, Ürün Veri Yönetimi (Product Data Management-PDM) gibi programların pazara hızlı girmek ve fark yaratmak için önemli araçlar olduğunu vurgulamıştır.

Bandecchi ve arkadaşları [14], eş zamanlı mühendisliği uzay çalışmalarında belli bir görev tanımına sahip bir uzay aracının tanımı ve tasarım çalışmalarında uygulamışlardır. Bu çalışmada uzay aracının teknik, programsal ve ekonomik bakımından yıldan yıla fizibilitesi incelenmiş ve belli bir öngörü elde edilmeye çalışılmıştır. Pawar ve arkadaşları [15] ise eş zamanlı mühendisliği konsept ve uygulaması bakımından incelemişlerdir.

Tüm yukarıdaki makalelerin incelemesinin ardından, savunma sanayi sektöründe ürün yaşam döngüsü boyunca boşluk zamanlarını minimize edecek, tasarım ve üretim faaliyetlerini paralel yürüterek fonksiyonlar arası kopukluğu ortadan kaldıracak bir yaklaşıma ihtiyaç duyulması ve müşteri isterlerinin öneminin günden güne artıyor olması sebebi ile bu çalışmada bir savunma sanayi şirketinde bir projeye eş zamanlı mühendislik uygulaması yapılmıştır.

### **1.3 Tezin Amacı ve Kapsamı**

Bu tez, Akana Mühendislik firmasında eş zamanlı mühendislik yaklaşımı ile yapılan uygulamaların tariflenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Ayrıca, uygulamaya tabi ürün Akana Mühendislik firması bünyesinde ilk defa tasarlanıp üretilecek olan bir adet mekanik sistemi kapsamaktadır. Uygulama yapılacak ürünün yürütüldüğü proje gizli proje sınıfına girmesi sebebi ile sistemler A, B ve C sistemleri olarak adlandırılmış olup, Bölüm 3.1.1' de faaliyet amaçları tanımlanmıştır.

## 2. METODOLOJİ

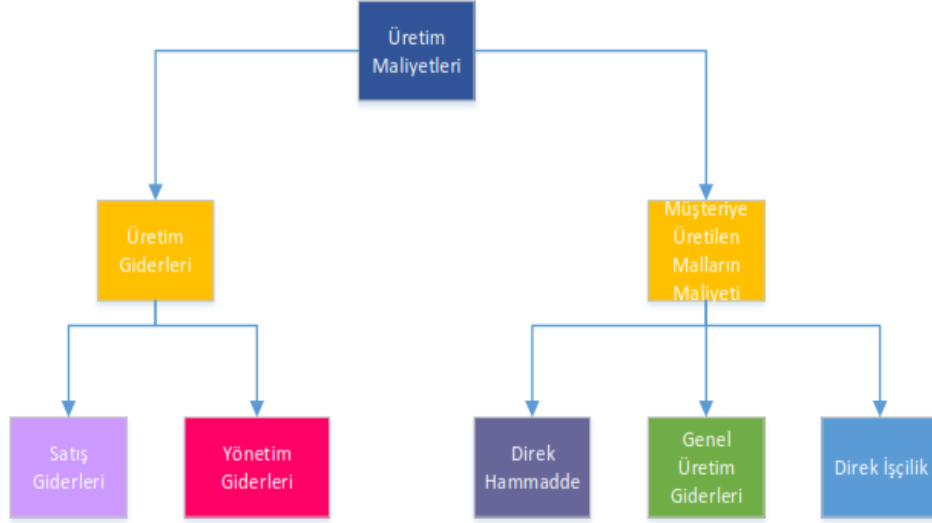
### 2.1 Kalite Maliyeti Kavramı

Kalite maliyeti, oluşabilecek uygunsuzlukları engellemek adına gerçekleştirilen faaliyetlerin, ürünlerin üretimi sırasında veya ürünün müşteriye sevk edilmesi sonrasında yaşanan uygunsuzluklardan doğan maliyetlerin toplamıdır. Ayrıca, şirketlerin daha verimli ve daha yüksek kalitede ürün/hizmet oluşturabilmesi veya satabilmesi için kabul ettikleri maliyetler olarak da adlandırılabilir.

BS 6143 (1990) Standartlarında ve Amerikan Kalite Kontrol Derneğine (ASQC,1971) göre kalite maliyeti, kaliteli üretim yapabilmek ve kalitesiz üretim yapıldığında ortaya çıkan maliyetlerin tümü olarak tanımlanmıştır [Chiadamrong, 2003:1000].

Genellikle kalite maliyeti birçok çalışmada kalitesizlik maliyeti olarak adlandırılarak kullanılmaktadır. Bu durumunun nedeni ise şirketlerin ürünlerini kaliteli ve istenilen özelliklere göre üretebilmek için harcama kalemlerinin kabul edilebilir maliyet olarak görmeleridir. Sonuç olarak hiçbir şirket ürünlerini düşük kalitede, işlevlerini yerine getiremeyecek şekilde piyasaya sürmek istemez. Dolayısıyla, uygunsuz ürettiği ürünler için doğan maliyetler kalitesizlik maliyeti olarak adlandırılır.

Günümüzde çoğu görünmeyen maliyetler efektif ve kaliteli olmayan üretimin doğurduğu maliyetlerdir. Bu maliyetler, birçok şirkette kritik noktalara ulaşabilmekte ve minimize etme yolları aranmaktadır. Genel olarak üretim maliyet sınıfları Şekil 1' de gösterilmiştir.



Şekil 1 Üretim Maliyet Sınıfları

Kalitesizlik diğer bir adı ile kalite problemleri toplam maliyeti artırdığı Şekil 1 Üretim Maliyet Sınıfları gibi, müşteri isteklerinin karşılanamaması yüzünden müşteri memnuniyetsizliğine de neden olan, içinde bulunulan pazarda rekabet gücünü düşüren değer kaybıdır ve şirket maliyetlerini artırır. Dolayısı ile bu maliyetlerin minimize edilmesi sürekli iyileştirme için kaçınılmazdır. Kalitesizlik maliyetleri aşağıda tanımlanan konulardan dolayı değerlidir. Bunlar;

- Kalitesizlik maliyetlerinin yüksek olması ve ölçülmemesi,
- İsrafın mevcut olduğu fonksiyon ya da alanların tespiti ve ortadan kaldırılması gerekliliği.

Kalitesizlik maliyeti aynı zamanda üst yönetimin gözünde “Para” dilinde açıklandığı için çok etkilidir [Bozkurt, 2003]. Bu maliyetlerin işletmelerde ölçülüp değerlendirilerek kontrol edilmesi yönetim tarafından desteklenmelidir.

Günümüzde birçok firmanın kalitesizlik maliyetlerini ölçememelerinin nedenleri aşağıda listelenmiştir.

- Kalitesizlik Maliyeti Hakkında Herhangi Bir Bilginin Olmaması,
- Kalitesizlik Maliyetinin Nasıl Hesaplandığı ve Ölçüldüğüne Dair Bilginin Olmaması,
- Üst Yönetimin Desteğinin Olmaması ve İlgisizliği,

- Yeteri Kadar Muhasebe Bilgisinin Olmaması,
- İşletmelerin Ekonomik Durumlarının Yeterli Olmaması.

Kalite maliyetleri farklı fonksiyonlardan (tasarım, üretim, üretim planlama, satın alma, proje, kalite güvence ve kontrol vs.) doğabilir. Ancak kalite maliyetlerinin kısıtları mevcuttur. Bu kısıtlar nedeni ile bazı maliyet problemleri çözülemez. Bu kısıtlar aşağıda listelenmiştir;

- Maliyetler ilgili konuya ait olduğu için eylem önerilerinin olmaması,
- Çalışma ve elde edilen başarıların eleştirisi zor olması.
- Raporda uygun ve gerekli olmayan maliyet unsurlarının yerleştirilmesi.
- Kalite maliyetlerinin önemli bir bölümünün ölçüm hatalarını içerebilmesi.

### **2.1.1 Kalitesizlik maliyet modelleri**

Kalitesizlik maliyetlerinin ölçülebilmesi amacıyla birçok model geliştirilmiştir. En çok kullanılan modeller aşağıda listelenmiş olup, detaylı bilgi ayrı ayrı maddelerde tanımlanmıştır;

- Faaliyete Dayalı Maliyetleme.
- Süreç Maliyet Modeli.
- Fırsat ve Maddi Olmayan Maliyet Modeli.
- Crosby' nin Modeli.
- PAF( Prevention-Appraisal- Faillure) Modeli.

#### **Faaliyete Dayalı Maliyetleme:**

1986 yılında Robert Kaplan ve Robin Cooper tarafından mamul kalemlerinin hesaplanıp analiz edilmesiyle bu model geliştirilmiştir [McGowan, 1998: 31-51 alıntılan Eker, 2002: 239]. Bu yaklaşım ile genel üretim harcamalarının nedeninin tespit edilmesi ve mali kalemlerin neler olduğunu tespit etmek mümkündür. Fakat bu maliyet kalemi yönetim sistemleri için geliştirilmemiştir. Dolayısıyla sadece maliyet kalemlerini izlemek ve ölçmek için kullanılmaktadır.

#### **Süreç Maliyet Modeli:**

Bu maliyet modelinde maliyet kalemleri süreçler için toplanıp hesaplanır. Toplam Kalite Yönetimi (TKY) felsefesini içerdiğinden, TKY açısından bu maliyet modeli

önemli rol oynamaktadır. Süreç maliyet modeli iki bölüm altında incelenir. Bu bölümler uygunluk ve uygunsuzluk maliyet bölümleridir. İstenilen özelliklerde ürün üretmek için katlanılan maliyetler uygunluk maliyetini, istenilen özelliklerden sapılarak ortaya çıkan yeniden işleme, tamir, hurda vs türdeki israflar da uygunsuzluk maliyetlerini oluşturur.

### **Fırsat ve Maddi Olmayan Maliyet Modeli:**

Fırsat ve Maddi Olmayan Maliyet Modeli; uygunluk maliyetleri, kaybedilen fırsat maliyetleri ve uygunsuzluk maliyetleri olarak üç grupta toplanır. Uygunsuzluk ve uygunluk maliyetleri Süreç Maliyet Modelindeki maliyet kalemleri ile aynıdır. Buradaki kaybedilen fırsat maliyeti, tercih edilen alternatif karşılığında iptal edilen alternatifin maliyettir.

### **Crosby' nin Modeli:**

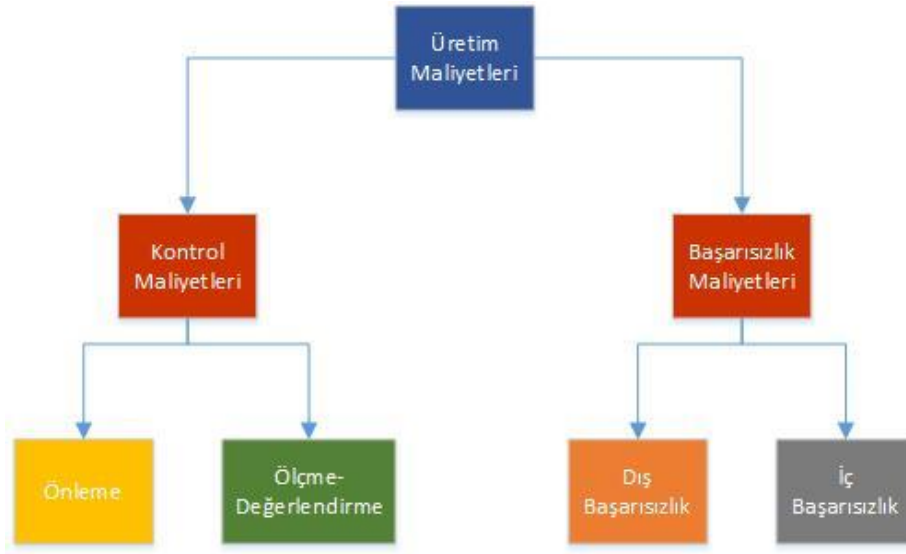
1979 yılında Crosby tarafından geliştirilen model, uygunluk ve uygunsuzluk olarak iki grup maliyet kaleminden oluşmaktadır. Uygunluk maliyeti bir ürünü ilk defada ve doğru şekilde üretmek için kabul edilen önleme ve ölçme maliyeti olup, uygunsuzluk maliyeti, istenilen özelliklerden sapıldığında ortaya çıkan ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olan başarısızlık maliyetleridir.

### **PAF ( Prevention- Appraisal-Faillure) Modeli:**

Günümüzde en çok kullanılan bu model adını, önleme (Prevention), değerlendirme (Appraisal), ve başarısızlık (Faillure) maliyetlerinin (PAF) baş harflerinden alır. Bu modelin diğer modellerden farkı kalite maliyetlerinin ana ve alt unsurlarda tek tek ifade edilmiş olmasıdır. Bu modelde yer alan kalite maliyetleri dört grupta toplanmıştır;

- Önleme Maliyetleri,
- Ölçme Değerlendirme Maliyetleri,
- İç Başarısızlık Maliyetleri,
- Dış Başarısızlık Maliyetleri,

PAF Modeli' nde kalite maliyetlerinin dağılımı Şekil 2 'de gösterilmiştir.



Şekil 2 PAF Akışı

### 2.1.2 Maliyetlerin sınıflandırılması

Müşteri memnuniyetsizlikleri, gerçekleştirilen geç teslimatlar, uygunsuz ürünler, uygun olmayan tasarımlar, üretim operasyonlarındaki kayıplar, hurda, yeniden işleme, tamir gibi işlemler, istenilen özellikleri zamanları yakalamak için ilave çalışmalar, lojistik destek ile ilgili sorunlar kalite maliyetlerini oluşturur. Maliyetler 3 sınıfta ölçülür; bunlar önleme maliyetleri, ölçme ve değerlendirme maliyetleri ve başarısızlık maliyetleridir. İlerleyen maddelerde bu maliyetlerin detayları açıklanmıştır.

#### Önleme Maliyetleri:

Bir üründe veya tasarımda istenilen özellikleri yakalamak ve uygunsuzlukları önlemek için yapılan harcamalar önleme maliyeti olarak tanımlanır. Önleme maliyetlerine örnekler aşağıda verilmiştir.

- **Yönetim Sistemi Kurulumu**

Şirketlerin kalite politikası oluşturarak uygunsuzlukların oluşumunu önlemek ve ürünün uygun planlanması, tasarlanması ve üretilmesi için yapılan çalışmalar sonucu oluşan maliyetlerdir.

- **Yönetimin Gözden Geçirmesi ve Tasarım Doğrulaması**

Kurulan yönetim gözden geçirmesinin ve oluşturulan tasarım faaliyetlerinin gözden geçirilerek doğrulanması için ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Tasarım Dönemleri Gözden Geçirilmesi**

Oluşturulan tasarım ve geliştirme planlarına göre hata oluşmaması için tasarım dönemlerinin gözden geçirilmesi sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Ölçüm ve Test Ekipmanlarının Kalibrasyonu ve Doğrulaması**

Üretilen sistemlerin/ürünlerin istenilen özelliklere göre üretildiğinin doğrulanması için kullanılacak ölçüm ekipmanlarının doğru ölçmesi için oluşan maliyettir.

- **Tedarik Yönetimi**

Uygun hammadde, özel proses ya da dış tasarım ve imalata ilişkin kalifiye tedarikçi edinebilmek için yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkan maliyettir.

- **Eğitimler**

Hata oluşmaması için çeşitli grupların ( tasarım, üretim, kalite güvence vs.) eğitim programlarından doğan maliyetlerdir.

- **Birinci, İkinci ve Üçüncü Taraf Denetimleri**

Verimli bir yönetim sistemi geliştirmek için, hataları ortadan kaldıracı önleyici faaliyetler dizini oluşturmak için denetçi kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen denetimler sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

Günümüzde yapılan araştırmalara göre, ilk kez kalitesizlik maliyetlerini ölçen firmaların önleme maliyetlerinin toplam maliyetlerin %5 ini oluşturduğunu, ölçme

ve değerlendirme maliyetlerinin 30% ve başarısızlık maliyetlerin toplam maliyetin 65% ni oluşturduğu ortaya çıkmıştır.

### **Ölçme-Değerlendirme Maliyetleri:**

Bir ürünün ya da hizmetin istenilen isterlere uygun olması için gerçekleştirilen lme ve değerlendirme maliyetleridir. Diğer bir ifade ile uygun ürün meydana getirmek için kalite kontrolün gerçekleştirdiği tüm faaliyetler sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir. Fakat uygunsuzluk tespit edildiği zaman ortaya çıkan maliyetler lme ve değerlendirme maliyetine girmez. lme ve değerlendirme maliyetlerine örnekler aşağıda verilmiştir;

- **Tezgâhtan ıkan İlk rn Doğrulaması**

İstenilen isterlere ulaşmak için tezgâhtan çıkan ilk numunelerin kontrolü sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri**

Tedarik edilen hammadde, hazır ürün ya da özel proseslerin( kaplama, boya, ısıl işlem vs.) şirket içinde uygun kategoride alınması için gerçekleştirilen kontrol faaliyetleri sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Ara Operasyon Kontrolleri**

Üretim dokümanlarının içerisinde her bir operasyon sonrası operasyonun uygunluğunu doğrulamak için kalite kontrol faaliyetleri sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Son Operasyon Kontrolleri**

Tüm retim operasyonların tamamlanarak kalite kontrol tarafından ürünü serbest bırakmak için gerçekleştirdiği kontrol faaliyetleri sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Stok Depo Hareketleri**

Stoklarda bulunan ürünlerin uygun halde olduğunu tespit etmek için ortaya çıkan kontrol maliyetleridir.



- **Kayıtların Saklanması**

Ürünlerin istenilen isterlere uygun olduğunu kanıtlamak adına yapılan kalite kontrol faaliyetlerinin dokümante edilmesi sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

### **Başarısızlık Maliyetleri:**

Tanımlanan isterler dışında üretilen ürün ya da hizmetin kalite standartlarından sapması sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir. Düşük kaliteli ürünlerin üretilmesi/oluşturulması sonucu ortaya çıkan bu maliyetler şirketlere ilave maliyet getirmektedir. Bu maliyetlerin analiz edilmesi içi aşağıda tanımlanan aktiviteler izlenir;

- Maliyet yaratan kaynakların belirlenmesi,
- Bu maliyetlerin nasıl ölçüleceğinin tanımlanması,
- Bu maliyetler ile ilgili bilgilerin toplanması ve analiz edilmesi,
- Sonuçların hesaplanarak yapılacak faaliyetlerin tanımlanması.

Başarısızlık maliyetleri iki başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklar iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri olup aşağıda detayları anlatılmıştır.

### **İç Başarısızlık Maliyetleri:**

İç başarısızlık maliyetleri, tanımlı isterlere ulaşabilmek için meydana gelen hatalı ürünü düzeltmek içi ortaya çıkan maliyetlerdir. Bu tip maliyetler satın almadaki başarısızlıklar, hurdalar, tamirler, yeniden işlemler, arızalardan oluşmaktadır. Örnek olarak, bir savuma sanayi firması bir sistemin malzeme türünü giriş kalite kontrol faaliyetlerinde kontrol etmemesinden dolayı, sistem monte edildikten sonra kullanılan loctite ürünün sistem üzerinde yapışmaması sebebi ile uygunsuzluğun nedeni olarak ürünün hammaddesinin yanlış tedarik edilmesi olarak tespit edilmiştir. Ardından sistemi uygun hale getirmek için yeniden hammadde siparişi verilmiş, bu hammadde işlenmiş, kaynatılmış, özel proseslere sokularak yeni bir parça elde edilmiştir. Tüm bu faaliyetler tamamen iç başarısızlık maliyetlerine oluşmasına örnektir. Unutulmamalıdır ki iç başarısızlık maliyetlerini önlemek büyük ölçüde dış başarısızlık maliyetleri de ortadan kaldırır. Aşağıda iç başarısızlık maliyetlerine örnekler verilmiştir;

- **Hurda Maliyetleri**

İstenilen isterleri hiç bir şekilde karşılayamayacak olan ürünler için harcanan maliyetlerdir.

- **Yeniden İşleme veya Tamir Maliyetleri**

İstenilen isterleri karşılamayan, fakat bir kaç iyileştirici proses ile isterleri yakalamak için gerçekleştirilen aktivitelerin oluşturduğu maliyetlerdir.

- **İstenilen Hedefe Ulaşmak için Yapılan Tekrar Maliyetleri**

Uygun olmayan ürünleri uygun hale getirmek için gerçekleştirilen prosesler sonrasında tekrar kalite kontrol faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Hatalı Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri**

Hatalı giriş kalite kontrol faaliyetleri sonucu üretim hattına sokulan uygun olmayan ürünü düzeltmek için meydana gelen maliyetlerdir.

- **Satın Alma Başarısızlığı**

Satın alınan ürünün tanımlanan termin tarihinde getirilmemesinden ve tedarikçi ile yapılan hatalı sözleşmelerden doğan maliyetlerdir.

**Dış Başarısızlık Maliyetleri:**

Ürünün müşteriye ya da kullanıcıya teslim edilmesinden sonra ortaya çıkan maliyetlerdir. Müşteri şikâyetleri, termin süresinin aşılmasından dolayı ortaya çıkan cezai ödemeler, garantiden kaynaklı maliyetler, iade edilen ürünler dış başarısızlık maliyetlerini oluşturur. Aşağıda bu maliyet kalemlerine örnekler verilmiştir.

- **Müşteri Şikâyetleri**

Teslim edilen ürün ile ilgili müşterinin herhangi bir konudaki şikayetini ortadan kaldırmak için ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **Termin Süresinin Aşılmasından Doğan Maliyetler**

Müşteriye geç teslim edilen ürünlerin sözleşmelerine bağlı olarak gecikme günü başına kesilen cezanın yarattığı maliyetlerdir.

- **Garanti**

Garanti süresi biten ürünlerin değiştirilmesi yada bakım onarım yapılarak yenilenmesini sağlayan faaliyetlerin sonucunda ortaya çıkan maliyetlerdir.

- **İade Edilen Ürün**

Müşteriye sevk edilen ama müşteri tarafından kabul görmeyen ürünlerin yarattığı maliyetlerin ve uygunsuzlukları ortadan kaldırmak için gerçekleştirilen maliyetlerin toplamıdır.

Yukarıda anlatılan maliyet kalemleri sınıflandırılarak Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1 Kalite Maliyetlerinin Sınıflandırılması

	Önleme Maliyetleri	Ölçme ve Değerlendirme Maliyetleri	Başarısızlık Maliyetleri
Tasarım	1. Ön Tasarım Gözden Geçirme 2. Kritik Tasarım Gözden Geçirme 3. Yeniden Tasarım Denetimi	1. Prototip Kontrolü 2. Tasarım Doğrulama ve Geçerli Kılma Testleri	1. Yeniden Tasarım 2. Iskarta, garanti, yeniden işleme tamir, planlanmamış satın alımlar, tedarikçi hataları nedeni ile yaşanan kayıplar
Satın Alma	1. Kalifikasyon için Tedarikçi Denetimleri 2. Satın alma emri teknik verilerin kontrolü 3. Tedarikçi ürününün kontrol planı	1. Kaynak Gözetimi 2. Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri 3. İlk ürün Muayene ve Testi 4. Kalifikasyon Testi	1. Değerlendirme, düzenleme, tedarikçi uygunsuzlukları, tekrar satın alma 2. Iskarta, tekrar işleme, zaman kaybı ve hatalı satın almadan doğan garanti maliyetleri
Üretim Planlama	Üretim Yeterlilik çalışmaları	Cihazların Kalibrasyon ve Doğrulaması	Ekipmanların Yeniden Değerlendirilmesi
Üretim Planlama	1. Makine ve Süreç yeterlilik çalışmaları 2. Takım muayene ve kontrol 3. Önleyici Bakım. 4. Süreç kontrol, muayene ve test planlama 5. Muayene ve test ekipmanı tasarımı 6. Önleme ve Eğitim Programları 7. Kalite Tetkikleri	1. Ürün muayene ve testi 2. Süreç kontrol ölçümleri 3. Paket ve sevkiyat muayenesi 4. Stok odası tetkiki 5. Ölçme ekipmanının kalibrasyon ve bakımı 6. Üretim Çevresi Testi	1. Uygun olmayan ürünler için gözden geçirme, düzenleme ve önleme çalışmaları 2. Iskarta, tekrar işleme, kayıp zaman ve hatalı işçilikten doğan garanti giderleri 3. Hatalı imalat planlama, prosedür ve takımlar için yeniden tasarım ve yeniden işleme
Satış	1. Müşteri isteklerinin tam olarak tespiti	1. Anket Çalışmaları 2. Pazar payının araştırılması	1. Ürün reddi 2. Müşteri şikayeti 3. Cezalar 4. Tazminatlar

### 2.1.3 Maliyetin analizi ve faydaları

Kalitenin maliyet analizi, ürün veya hizmetin belirli bir kalite seviyesine sahip olması için, bu kapsamda maliyetlerin değerlendirilmesi, problem teşkil eden unsurların ortadan kaldırılması ya da minimize edilmesi diğer bir adı ile maliyetlerin yönetilmesidir. Bahsi geçen maliyet analizinin temel amacı katma değer yaratmayan unsurların önüne geçmek ve sürekli iyileştirmedir. Ayrıca bu maliyet analizleri için

- Süreç diyagramları
- Balık Kılçığı
- Kıyaslama
- Histogramlar
- Taguchi Yöntemleri
- Oran Analizleri
- Trend Analizleri

yöntemleri kullanılmaktadır.

#### 2.1.4 Maliyet analizinde kullanılan yöntemler

Aşağıda kalite maliyet analiz yöntemleri detaylı açıklanmıştır. Yapılan tüm çalışmalar incelendiğinde en yaygın yöntem olarak oran analizleri ve trend analizleri kullanıldığı görülmüştür.

##### **Oran Analizi:**

Bu analiz maliyet kalemlerinin birbirlerine oranlanmasıdır. Diğer bir ifade ile, farklı iki yada daha fazla kaynağın kıyaslanarak değerlendirilmesi olarak da adlandırılabilir. Bu kapsamda aşağıda örnekler tanımlanmıştır:

- **Direk İşçilik Oranları:**

Direk işçilik maliyetleri baz alınarak farklı kalite maliyetlerinin etkili olduğu direk işçilik maliyetlerine oranlanarak değerlendirilmesidir. Diğer bir ifade ile;

$$\frac{\text{Önleme Maliyeti} + \text{İç \& Dış Başarısızlık Maliyeti} + \text{Toplam Kalite Maliyeti}}{\text{Direk İşçilik Maliyeti}} \quad (2.1)$$

olarak direk işçilik hesaplanabilir.

- **Üretim Maliyet Oranları:**

Üretim maliyet oranları toplam kalite maliyetlerinin toplam üretim maliyetlerine bölünerek hesaplanmasıdır. Diğer Bir ifadeyle;

$$\frac{\text{Dış Başarısızlık Maliyeti}}{\text{Toplam Üretim Maliyeti}}$$

(2.2)

- Birim Esasına Dayalı Oranlar:

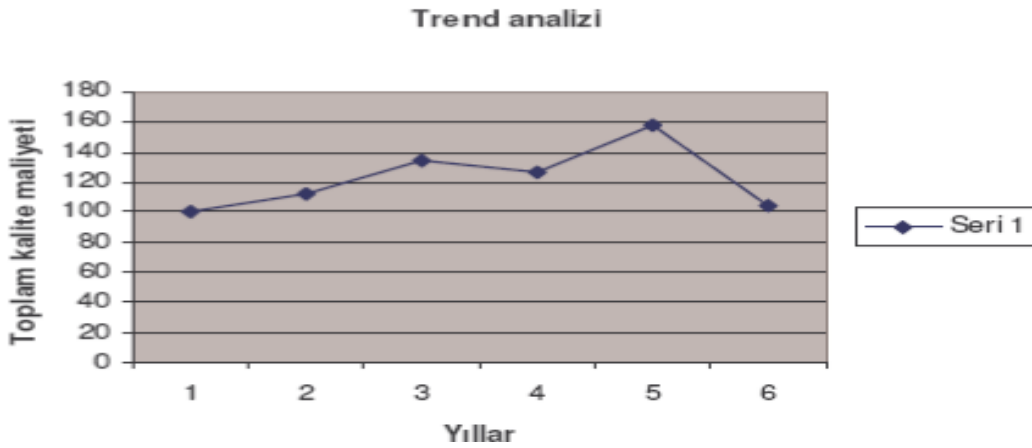
Birim esasına dayalı oranlar, farklı kalite maliyetlerinin üretilen ürün miktarına oranlanmasıdır.

- Satış Oranları:

Kalite maliyetlerinin satış maliyetine oranlanmasıdır.

### Eğilim Analizi:

Eğilim analizinde geçmiş ve mevcut dönemdeki maliyetler değerlendirilir. Maliyet verileri minimum 1 sene öncesinden toplanması gerekir ki mantıklı sonuçlar elde edilebilsin. Verilerin toplanmasının ardından eğilim analizi aylık maliyetleri gösteren çizelge şeklinde gösterilebilir. Bu maliyetler toplam önleme, ölçme ve değerlendirme, iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetlerinin toplamıdır. Aşağıda Şekil 3' de örnek bir eğilim analizi gösterilmiştir.



Şekil 3 Örnek Eğilim Analizi

### 2.1.5 Maliyetlerin raporlanması

Maliyet raporlaması, şirket içindeki tüm kalite maliyetlerini kalem bazında gösteren bir rapordur. Bu maliyet kalite kalemleri finansal oranlar ve analizler ile

pekiştirilmelidir. Şirket içi maliyetlerin raporlanması aşağıdaki konular açısından önemlidir. Çizelge 2’ de örnek Kalite Maliyeti Tablosu mevcuttur.

- Kalite Maliyetlerinin bilinmesine,
- Bu maliyetleri azaltmak için hedefler oluşturulmasına,
- Düzeltici – önleyici faaliyet mekanizmasının etkinliğinin artırılması,
- Maliyet raporlarındaki çıktılara göre personel için motivasyon araçlarını kullanılması,

	1994		1993	
	Tutar	(*)	Tutar	(*)
	Milyon TL	%	Milyon TL	%
<b>Önleyici maliyetler</b>				
Sistem geliştirme	16.000	0,80	10.800	0,54
Kalite eğitimi	8.400	0,42	5.200	0,26
Nezaret giderleri	2.800	0,14	1.600	0,08
Kalite geliştirme projeleri	12.800	0,64	8.400	0,42
<b>Toplam</b>	<b>40.000</b>	<b>2,00</b>	<b>26.000</b>	<b>1,30</b>
<b>Kalite kontrol maliyetleri</b>				
Malzeme giderleri	24.000	1,20	22.400	1,12
Nezaret giderleri	23.200	1,16	16.800	0,84
Amortisman	4.800	0,24	3.200	0,16
Bakım	8.000	0,40	5.600	0,28
<b>Toplam</b>	<b>60.000</b>	<b>3,00</b>	<b>48.000</b>	<b>2,40</b>
<b>Satış öncesi kusur maliyetleri</b>				
Hurdalar	36.000	1,80	30.000	1,50
Yeniden işleme giderleri	57.200	2,86	32.400	1,62
Boş geçen zaman maliyeti	6.800	0,34	4.000	0,20
Kusurlu birimlerin atılması	20.000	1,00	13.600	0,68
<b>Toplam</b>	<b>120.000</b>	<b>6,00</b>	<b>80.000</b>	
<b>Satış sonrası kusur maliyetleri</b>				
Garantili mallar onarımı	16.000	0,80	36.000	1,80
Garantili mallar ikamesi	34.800	1,74	92.000	4,60
İade edilen kusurlu mallar	5.200	0,26	25.200	1,26
Satış sonrası hizmetler	24.000	1,20	52.800	2,64
<b>Toplam</b>	<b>80.000</b>	<b>4,00</b>	<b>206.000</b>	<b>10,3</b>
<b>Toplam kalite maliyetleri</b>	<b>300.000</b>	<b>15,00</b>	<b>360.000</b>	<b>18,0</b>

Çizelge 2 Örnek Kalite Maliyet Tablosu

### 2.1.6 Kalite maliyetlerinin azaltılması

Üretilen sistemin ya da ürünün istenilen kalite düzeyinin korunumu sağlanırken, bütün kalite maliyetlerinin de minimize edilmesi gerekir. Bunun için de önleme maliyeti, değerlendirme maliyeti ve başarısızlık maliyetlerinin azaltılması esastır. Aşağıdaki maddelerde bu maliyetlerin nasıl azaltılacağı tanımlanmıştır.

## **Önleme Maliyetlerinin Azaltılması:**

Toplam kalite maliyetlerinin azaltılmasında önleme faaliyetleri etkin rol oynamaktadır. Önleme faaliyetleri ile problem henüz oluşmamış iken ortadan kaldırıldığından ve ölçme ve değerlendirme maliyetlerinin oluşmasına engel olduğundan ciddi bir maliyet azaltılması sağlanabilir.

Ürün veya sistemlerdeki hata kaynaklarının önüne geçilmesi için aşağıda birkaç uygulama tanımlanmıştır;

- Seri üretime geçilmeden önce AS9102 standardı baz alınarak ilk ürün denetimlerinin gerçekleştirilmesi
- Eş zamanlı mühendislik uygulaması yapan proje ekibi ile tasarım gözden geçirme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
- Tedarikçi kalifikasyon denetimlerinin gerçekleştirilmesi
- Dış başarısızlık maliyetleri oluşmadan önce etkin tedarikçi denetimlerini gerçekleştirmek
- Sürekli iyileştirme odaklı personel eğitimleri düzenlemek

## **Ölçme ve Değerlendirme Maliyetlerinin Azaltılması:**

Önleme maliyetlerinden sonra, değerlendirme maliyeti kalite maliyetlerinde önemli bir yere sahiptir. Değerlendirme maliyetlerinin azaltılması aşağıda tanımlanan yöntemler ile gerçekleştirilir.

### **• Kalite Kontrol Planlaması**

Kalite kontrol faaliyetlerinin düzenli aralıklar ile gerçekleştirilmesi, parçaların üretim operasyonları sonrası kontrol edilmesi, son kontrol faaliyetlerini azaltır. Dolayısı ile ölçme ve değerlendirme maliyetlerinde azalma meydana gelir. Bu muayene türüne örnekler, ilk parça muayenesi, operasyonlar arası kontroller, operatör tarafından yapılan muayene türleridir.

### **• Ekipman ve Metot Geliştirme**

Kalite kontrol ve test faaliyetlerinin daha hızlı ve etkin yapılabilmesi için yeni ve hızlı ekipmanların tedarik edilmesi zaman ve emeğin azaltılmasını etkiler.



- **İstatistiksel Proses Kontrolü**

Üretim proseslerinde süreçleri kontrol etmek için İstatistiksel Proses Kontrol yöntemi önemli bir araçtır. Parçanın/ürünün tolerans limitlerinde ve hassasiyette üretilip üretilmeyeceğini tespit eder.

- **Kontrol Şemaları**

Geçmiş deneyimlere dayanarak ürünün istenen istelere ve ilgili limitlerine göre karşılaştırılarak oluşturulan grafiklerdir. Örnekleme faaliyetine göre üretilen ürünlerin % 100 muayene edilmesine gerek kalmadan kalite kontrol güvence altına alınır.

- **Doğrulama İncelemeleri**

Herhangi bir bölümde üretilen çıktı sonucu ortaya çıkan uygunsuzlukların yönetiminin efektif yapılması sonucu doğrulama maliyetleri azaltılır. Aksi takdirde, örneğin üretimde meydana gelmiş bir uygunsuzluğun kararının hatalı alınması ilave başarısızlık maliyeti doğurur. Bu kapsamda ürün sistem, ölçüm doğrulama faaliyetlerinin düzgün yapılması gereklidir.

- **Karar Analizleri**

Yeni üretilen sistem ya da üründe, ölçüm ve kontrol faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi gereken çalışmaların belirlenmesi gereklidir. Ürünlerin hangi cihaz ile nasıl ölçülmesi gerektiği, numunelendirme ya da % 100 ölçüm yapılacağı, bu amaç için alınması gereken eğitimler ve görsel grafikler tanımlanarak olası meydana gelebilecek maliyetler azaltılır.

### **Başarısızlık Maliyetlerinin Azaltılması:**

Önleyici faaliyetlerin etkisi arttıkça iç ve dış başarısızlık maliyetleri azalır. Ayrıca iç başarısızlık maliyetlerinin azaltılmasını sağlamak dış başarısızlık maliyetlerini de önemli ölçüde azaltır. Başarısızlık maliyetini azaltmak için aşağıda tanımlanan yöntemler kullanılabilir;

- **Uygunuz Durumların ve Öngörülen Hataların Bilgilendirilmesi**

Yapılan çalışmalarda çeçitli gruplarda çalışan personellerin tespit ettiği ya da öngördüğü problemler raporlanarak diğer grup çalışanları ile paylaşılmalıdır. Paylaşılan durum açık ve net bir şekilde tanımlanmalıdır. Böylece tüm grup olaylardan haberdar olup etkin bir önleyici mekanizma gerçekleştirilir.

- **Motivasyonu Artırmak**

Ortaya çıkan kalite maliyetleri, hatalı üretim, uygunuz hammadde tedarigi, uygunuz tasarım olabilir. Bu nedenler insan psikolojisinde pes etme motivasyonun düşmesini etkiler. Bu yüzden şirket üst yönetimi tarafından insan kaynakları fonksiyonu aracılığı ile çalışanların motivasyonunu artırıcı çalışmaların gerçekleştirilmesi başarısızlık maliyetlerinin düşürülmesini sağlar.

- **Planlama Yapılması**

Tespit edilen problemler sistematik bir şekilde ele alınarak planlanıp çözülmelidir. Problemler düzeltici ve önleyici faaliyet istekleri ile başlatılıp kayıt altına alınmalıdır. Böylece ileriki dönemlere ışık tutan, yardımcı olan dokümantasyon elde edilir. Ayrıca hatalı ürünlerden doğan maliyetler toplam kalite maliyetlerinin en büyük kısmını oluşturduğundan bu maliyetlerin azaltılması önemli ölçüde toplam kalite maliyetini minimize edecektir. Bilinmelidir ki en önemli nokta problemler henüz oluşmamış iken öngörü ve tespitlerle ve önleme faaliyetleri ile ortadan kaldırmaktır.

ASQ (American Society of Quality) üyesi firmaların 393 üzerinde bir anket yapılmıştır. Anket sonucunda şirketlerin %66 sının kalite maliyetlerini ölçmediklerini bu çalışma için üst yönetimden yeteri kadar destek görmediklerini, bu maliyetlerin nasıl yönetilmesi gerektiğini bilmedikleri belirlenmiştir.

## **2.2 Eş Zamanlı Mühendislik**

Eş zamanlı mühendislik, teknolojinin günden güne büyümesi, müşteri isteklerinin zor ve daha karmaşık bir hale gelmesi sebebi ile geçmiş ile kıyaslandığında daha karmaşık ürünlerin üretilmesi rekabeti, bu karmaşıklık yüzünden farklı fonksiyonların ( tasarım bölümü, kalite bölümü, üretim bölümü vs.) ürün detayını

algılayamaması, üretim maliyetlerinin artması ve müşteri memnuniyetlerinin düşmesi nedenleriyle ortaya çıkmıştır. [ Prasad,1998,s.138, Mckenzie, 1997]

Eş zamanlı mühendislik (CE) Japon kökenli bir felsefedir. Ayrıca, Eş Zamanlı Mühendislik (CE) ilk kez 1979 yılında Xerox, HP, Ford tarafından uygulanmıştır. 1982' de ABD' de DARPA tarafından eş zamanlı mühendislik sistematik olarak ele alınmıştır ve 1988' de ABD Savunma Analizleri Enstitüsü tarafından adı ve tanımı literatüre kazandırılmıştır.

Başarılı ürün gerçekleştirme çeşitli fonksiyonların birlikte çalışması sonucu elde edilir. Bu çeşitli fonksiyonlar işletmelerde kurulan tasarım bölümü, üretim bölümü, kalite güvence ve kontrol bölümü, satın alma bölümü vs. fonksiyonlardır. Bu bölümlerin ürün geliştirme süreçlerine paralel/ eş zamanlı katılımı üretime hazırlık, ürün kalitesi ve tasarım/üretim performansını artırır.

Ürün gerçekleştirme tasarımındaki faaliyetleri diğer fonksiyonlar ile eş zamanlı gerçekleştirilmeyen firmaların harcanan zaman, emek ve oluşturdukları katma değer ziyan olur. Bu durumun nedeni ise farkına varılmadan yapılan tasarım gözden geçirme faaliyetlerine üretilebilirlik bilgisinin eksikliğinden kaynaklı eksik/hatalı bilgi seçimi yüzünden doğan kalite maliyetleri ve emektir. Dolayısı ile işletmelerde tasarım ve üretim mühendisliğinin birlikte çalıştırılması kalite maliyetlerini azaltmak ve verimliliği artırmak için çok önemli bir araçtır.

Diğer bir ifade ile, eş zamanlı mühendislik işletmelerde tasarım projeleri alındığında bu projelerin planlı ve sistematik bir şekilde yürütülmesi için bir araçtır. Bu kapsamda kullanılacak tüm bilgiler projenin amacına göre tasarlanabilirlik ve üretilebilirlik açısından bir araya getirilir ve kullanılır.

Eş zamanlı mühendislik, ürünlerin imalat ve destek hizmetleri de dahil olmak üzere ilgili bütün süreçlerin eşzamanlı ve entegre tasarımına sistematik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, ürün yaşam döngüsü boyunca kalite, maliyet, planlama ve müşteri ihtiyaçları da dahil olmak üzere bütün faktörlerin göz önüne alınmasını sağlar [Winner ve diğerleri, 1988; Jarvis, 1999,s.88]. Aynı zamanda, Bu yaklaşım, müşteri ihtiyaçlarının vurgulandığı, takım değerlerinin işbirliği güven ve paylaşım olduğu, karar verme sürecinin ürün geliştirmenin ilk aşamalarında paralel çalışmalar şeklinde yürütüldüğü ve bilgi paylaşımıyla senkronize edildiği, ürün geliştirmede

uyuşmayı hedefleyen sistematik bir yaklaşımdır. [Kannan;1991,s.3]. Eş zamanlı mühendislik dört temel ögeye sahiptir. Bu ögeler aşağıda tanımlanmıştır.

- Eş Zamanlılık (Concurrence)

Eş zamanlılıkta, tasarım ve üretim faaliyetleri paralel oluşturulup ilerlettirilir.

- Kısıtlar (Constraints)

Üretim sürecinin kısıtları tasarım kısıtı olarak da adlandırılır. Üretimi, montajı entegrasyonu, maliyeti ve kaynakların kullanımını garanti aldirttırır.

- Koordinasyon (Co-ordination)

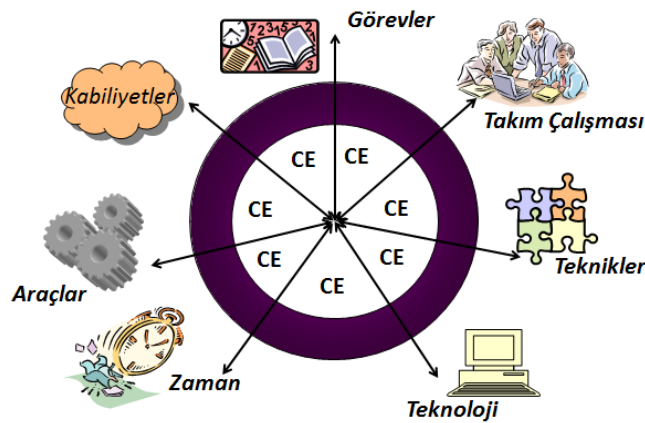
Üretim ve tasarım süreçleri yüksek kalite, zamanında teslimat ve efektif maliyet yönetimi için koordineli çalıştırılmalıdır.

- Uyuşma (Consensus)

Tasarım ve Üretim süreçlerine yönelik kararlar tüm ekibin dahil edilmesi ile kararlaştırılır. Sonuç olarak bir takım ruhu yaratılır.

### 2.2.1 Eş zamanlı mühendislik araçları

Eş zamanlı mühendisliğin aşağıda Şekil 4' de gösterildiği gibi 7 etkili aracı vardır.



Şekil 4 Eş Zamanlı Mühendislik Araçları

## 2.2.2 Eş zamanlı mühendislik prensipleri

Eş Zamanlı Mühendislik 8 ana prensibe sahiptir. Bunlar erken problem teşhisi, erken karar verme, iş yapısı, takım çalışmasına yatkınlık, bilgi aktarımı, ortak anlayış, yetkinlik ve hedefte istikrarlılıktır.

- Erken Problem Teşhisi:

Çözölmek üzere tanımlanacak olan problemler olabildiğine erken tanımlanmalıdır. Mümkün olduğu sürece ürün çevrim süresinin ilk %20'lik diliminde problemler tanımlanmalıdır.

- Erken Karar Verme:

Tasarımın erken aşamalarında alınan kararlar fırsat penceresi olarak görülür. Böylece tasarım geliştikçe bazı kararlar netlik kazanılarak dondurulur. Ayrıca beyin fırtınası yapılarak farklı fonksiyonlardaki çalışanların katılımıyla kararlar çeşitlilik kazanabilir. Bu mekanizma bir şekilde proaktif bir mekanizma oluşturur.

- İş Yapısı

İnsan beyni aynı anda birden fazla işi yapmak için uygun değildir. Fakat otomatik sistemler birçok işi eş zamanlı olarak yapabilme kabiliyetine sahiptir. İş planlamasında her görev birbirinden bağımsız olarak bir makine veya bilgisayar tarafından yönlendirilebilir.

- Takım Çalışmasına Yatkınlık

Takım içerisindeki insanlar farklı gruplardaki personeller ile iş yapmak üzere görevlendirilebilir. Dolayısı ile bu kişilerin yaptığı tasarım çalışmalarını diğer çalışanlar tarafından benimsenmeli ve çalışanlar yaptıkları işler konusunda birbirine inanmalı ve güvenmelidir.

- Bilgi Aktarımı

Tasarım yapılacak ürün çok geniş kapsamlı olabilir. Dolayısı ile bilgi aktarımı için bilgisayar destekli sistemlere ihtiyaç olabilir. Bu gibi durumlarda alt disiplinler oluşarak bilgi destekli kararlar alınıp diğer alt gruplara bilgi aktarımı sağlanmalıdır.

- Ortak Anlayış

Takımlar diğer takım elemanlarının neler yaptıklarını biliyorsa daha motivele çalışırlar. Özellikle yaptıkları işteki değışikliğin diğer takım elemanlarının işlerini nasıl etkilediği öğretilirse kültürel anlamda ortak anlayış oluştur.

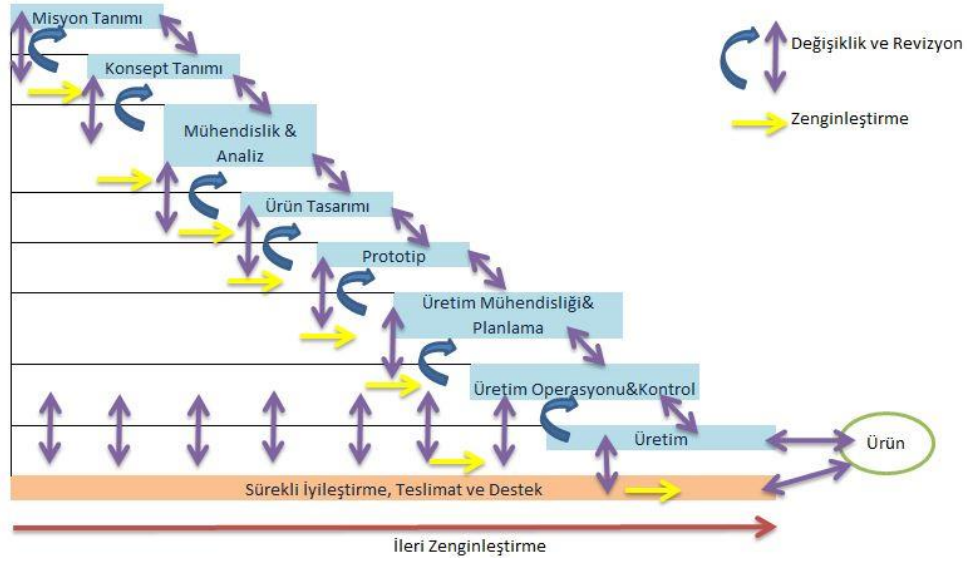
- Yetkinlik

Çalışanlara çalıştıkları tasarım projesinde yetkinlik verildiği zaman iyi ürün çıkartmak için daha verimli çalışırlar.

- Hedefte İstikrarlılık

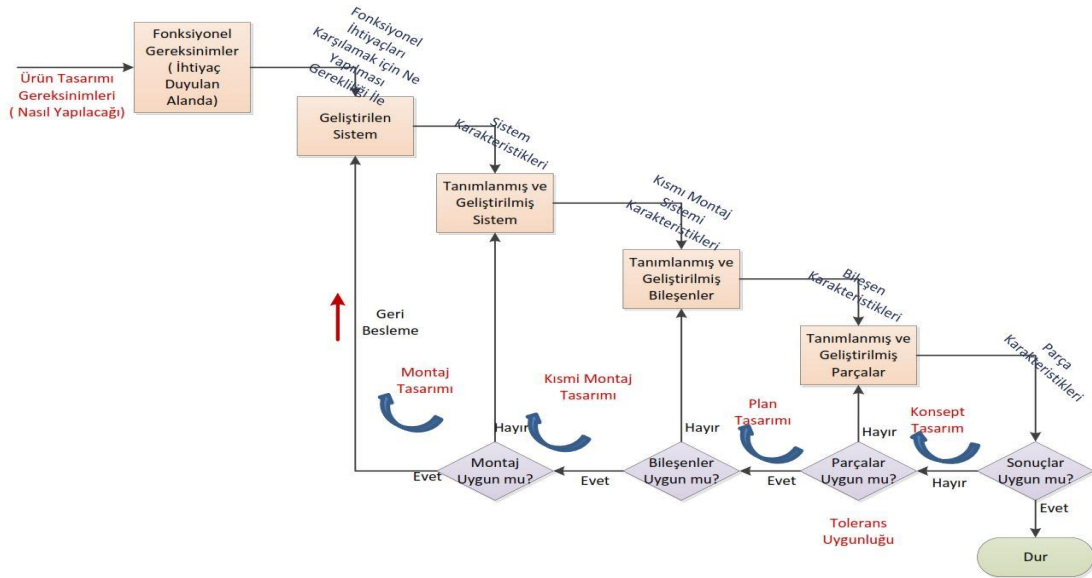
Her bölüm farklı bölümler ile karşılaştırıldığı zaman daha iyi görünmek ister. Proje çalışanları planlanmış hedef konusunda bilgili ve hedefte bir sapma olmayacağı inancını taşıyorsa, çalışanlar ve gruplar arasındaki ilişki daha verimli olur. Aynı zamanda hedefte istikrar idame ettirmek için uğraşılır.

Ayrıca, uyumluluk eş zamanlı mühendisliğin ana kuvvetidir. Münferit aktiviteler içerisinde ürün tasarımı süreçlerini ayırştırmak eş zamanlı mühendisliğin diğer önemli elementidir. Bu amaçla tüm prosesler Şekil 5' de gösterildiği gibi gerçekleştirilir.



Şekil 5 Proseslerin Azaltılması Grafiği

Ayrıca Şekil 6' da ifade edildiği gibi tasarım projelerindeki arayüz azaltmalarında her tasarım kırımını takibinde gözden geçirme yapılır.



Şekil 6 Arayüzlerin Azaltılması Grafiği

### 2.2.3 Eş zamanlı mühendislik faydaları ve tehlikeli yönleri

Eş zamanlı mühendislik yaklaşımı uygulandığı zaman elde edilen faydalar aşağıda listelenmiştir.

- Üretim proseslerinde rasyonellik
- Paralel çalışma

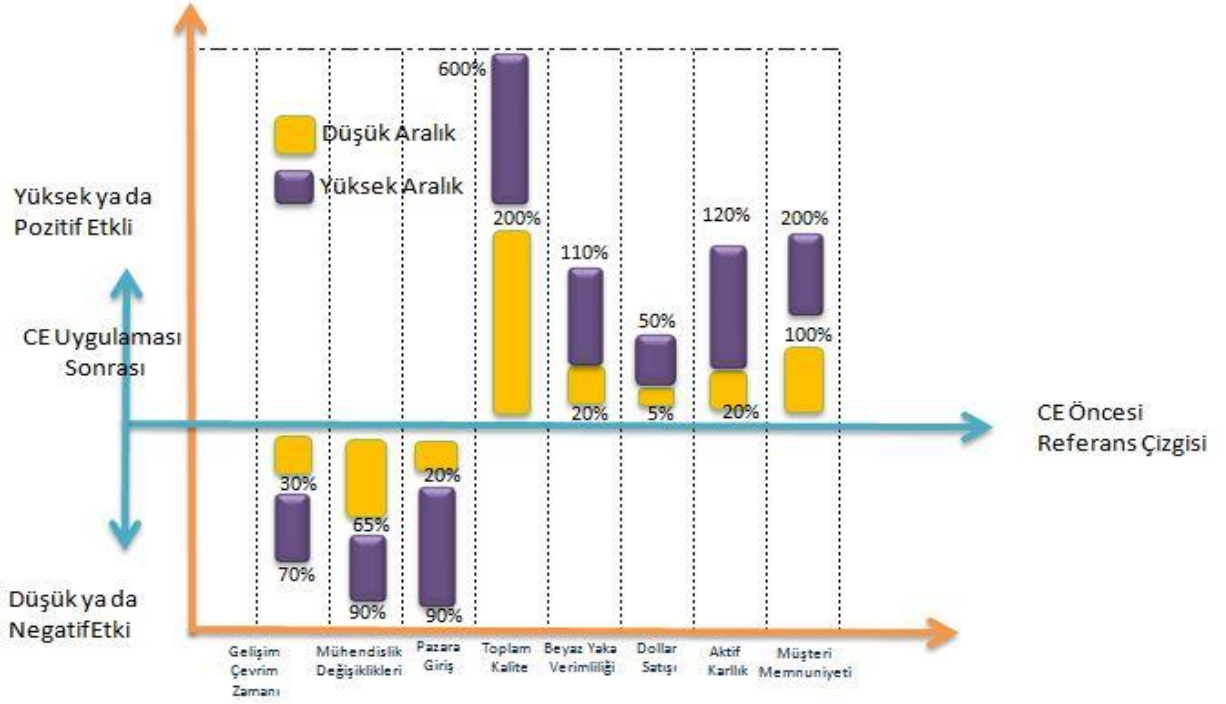
- Geliştirilmiş iletişim ve daha iyi girdiler
- Erken hata teşhisi
- Değişikliklere hızlı adaptasyon
- Ürünlerdeki değer kaybının azalması
- Çapraz eğitim
- Teknik kaynakların kullanımında iyileşme

faydaları ile birlikte bu metodolojinin hatalı/eksik uygulanması nedeni ile tehlikeli yönleri de mevcuttur. Bu tehlikeli yönler aşağıda verilmiştir.

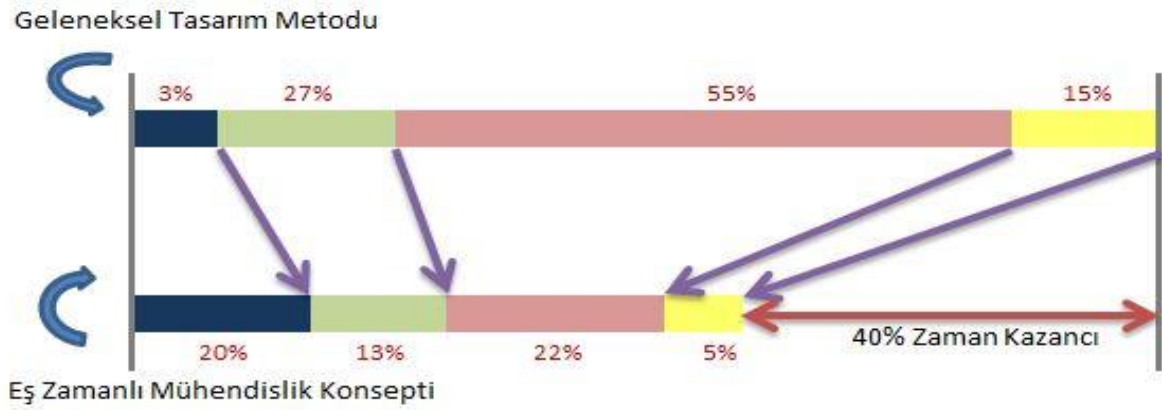
- Paralel faaliyetlerden kaynaklı oluşabilecek boşa giden eforlar
- Olgunlaşmayan ve tamamlanmayan bilgiden kaynaklı oluşabilecek uygunsuz faaliyetler
- Geliştirme maliyetlerindeki artış

Tehlikeli yönlerine rağmen incelendiğinde faydaları şirket çıkarları için çok yüksek olan eşzamanlı mühendisliğin özellikle tasarım aşamasında verimliliği Şekil 7 ve Şekil 8' de görüldüğü gibi çok yüksektir.





Şekil 7 CE Öncesi ve Sonrası Gelişmeler



Şekil 8 Geleneksel Metot ile Eş Zamanlı Mühendislik Karşılaştırması

Çizelge 3' de CE uygulayan başlıca firmaların faaliyetleri ve uyguladıkları metotlar gösterilmiştir.

Çizelge 3 CE Uygulayan Başlıca Firmalar ve Elde Edilen Faydalar

Şirket	Elde Edilen Faydalar
BOEING	<p>Kalite İlerlemeleri:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Takım çalışması ve bilgisayar desteği ile çizim başına mühendislik değişikliğinde 15'den 1'e düşüş.</li> <li>2- Kontrol/Üretim Oranında 1/15'den 1/50'ye düşüş.</li> </ol> <p>Geliştirme Döngüsünde Düşüş: 1. balistik sistem bölümü parça ve malzeme hazırlık zamanlarında %30 düşüş.2. tasarım analizinin bir bölümünde iki hafta ve 3-4 mühendisten,4dakika ve 1 mühendise düşüş</p>
AT&T	<p>Kalite İlerlemeleri:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Büyük ölçekli entegre devrelerin polisilikon indirgeme süreçlerinin değişkenliklerinde dört kat azalma.</li> <li>2- Taguchi yöntemleri kullanılması sayesinde yüzey hatalarında %50 azalma.</li> </ol> <p>Geliştirme Döngüsünde Düşüş: 5ESS programlanmış dijital düğme Toplam işlem zamanında, üç yıl içinde %46 azalma</p>
JOHN DEEREE	<p>Kalite İlerlemeleri:</p> <p>Proses kontrolü güçlendirildiği, tasarım ve imalat süreçleri bağlantılı hale getirildiği için, kontrol elemanlarının sayısında %66 oranında azalma.</p> <p>Geliştirme Döngüsünde Düşüş:</p> <p>İnşaat donanımı geliştirme zamanında %60 oranında düşüş.</p>
ITT	<p>Kalite İlerlemeleri:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Sağlam tasarımlar ve sağlam imalat süreçleri sayesinde; geri dönen ürünlerde \$ 500,000 araç maliyetlerinde \$ 125,000 ve lehim süreçlerinde \$ 1,100,000 tasarruf.</li> <li>2- Güç birimi ürün kayıplarında %28 ilerleme.</li> </ol> <p>Geliştirme Döngüsünde Düşüş:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Bir elektronik karşı önlem sisteminin geliştirme döngüsünde %33 düşüş.</li> <li>2- Aynı ürünün üretime geçiş zamanında da % 22 azalma</li> <li>3- Herhangi bir kablo taşıyıcının üretiminde %10 azalma</li> </ol>

#### 2.2.4 Eş zamanlı mühendislik metrikleri

Eş zamanlı mühendislik uygulamasında önemli faktörlerin neler olduğunu tanımlamak amacı ile beyin fırtınası, anketler, KFG, hata türleri etkileri analizi (FMEA) gibi teknikler kullanılmaktadır. Aşağıda bu tekniklerin ne olduğu detaylı bir şekilde tanımlamıştır.

- Beyin Fırtınası:

Çeşitli fonksiyonlardan oluşan takımların konu ile ilgili fikir ve tecrübelerini aktardığı bir düşünce paylaşımıdır. Tasarım, satın alma, proje, kalite güvence & kontrol vs. birimlerini temsil eden katılımcılardan oluşur ve deneyimler, yapılabirlik vs. tartışılır.

- Anketler:

Çeşitli fonksiyonlardan oluşan takımların tasarım konusundaki düşüncelerini, önerilerini tespit etmek için yazılı olarak hazırlanan dokümanlardır. Bu yöntem ile müşteri isteklerini dikkate alarak tasarım alanında öngörülen uygunsuzluklar, tespit edilip önlenir.

- Hata Türleri Etkileri Analizi (FMEA):

Herhangi bir tasarımda, süreçte veya bütünsel bir sistemde hata kaynaklarını önceden tespit edip minimize ederek ortadan kaldırılmasını sağlayan hata analizi yöntemidir. Bu faaliyetler ürün daha müşteriye teslim edilmeden öce gerçekleştirilir. Bu analizin amacı uygunsuzluklar henüz oluşmamışken proaktif yaklaşım ile önlemektedir. Ayrıca hataları risk derecelerine göre sıralar. Böylelikle kaynak kullanımında öncül ilişkiler ile hangi kaynaktaki hatanın öncelikle çözülmesi gerektiğini ifade eder. İki prensibe dayalıdır. Bunlar;

1. Hatanın öncelikle tanımlanabilmesi için geçmişte yapılacak sisteme benzer bilgilerin, müşteri şikâyetlerinin ve diğer bilgilerin mevcut olması,

2. Analiz edilebilir istatistikler, modeller ve benzetimler kullanılarak uygunsuzlukların tespitidir.

- Kalite Fonksiyon Göçerimi:

Kalite fonksiyon göçerimi, müşteri sesini algılayarak analiz ederek teknik isterlere dönebilen, rekabet edile firma ile karşılaştırma yapılarak takip edilebilir sayısal değerler sunan, maliyetleri minimize eden, tasarımdaki kilit özellikleri ortaya çıkarıp doğabilecek hataları önleyen bir kalite tekniğidir. Temel amacı müşteri beklentilerini karşılamaktır. Tasarım ve üretim mühendisliği için sistematik bir

yaklaşım kazandırır. Bu çalışmada eş zamanlı mühendislik yaklaşımı yapılırken kullanılacak metrik Kalite Fonksiyon Göçerimidir ( KFG).

Bu metriğin seçilmesinin nedeni, müşteri beklentilerini temel hedef alıyor olması, rakip firmalar ile karşılaştırma sağlaması, müşteri beklentilerinin teknik isterler bazında önem derecesini göstermesi nedeniyle tasarımı detaylı inceleyebilmesidir.

### **2.2.5 Eş zamanlı mühendislik ve kalite fonksiyon göçerimi**

Kalite fonksiyon Göçerimi( KFG) ilk defa 1972 yılında Mitsubishi firması tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde evrensel olarak kabul görmüş bir tekniktir. Bu teknik müşteri odaklı olup grup çalışması ile müşteri isterlerini performans değerlerine dönüştüren bir yaklaşımdır. Günümüzde yapılan çalışmalar incelendiği zaman, KFG uygulanan çoğu projede %50 oranında iyileştirme sağlandığı, kalite maliyetlerinde azalmayı olumlu yönde etkilediği, tasarım süreçlerini iyileştirdiği kanıtlanmıştır. Kalite fonksiyon göçerimine girdi sağlayan müşteri istekleri, uygulanan iyileştirme/performans çalışması ile performans değerleri ile gösterilen iyileştirilecek tanımlanmış müşteri isterlerini çıktı olarak üretir. Bu kapsamda bilindiği üzere KFG, toplam kalite yönetiminin önemli bir aracıdır. Toplam kalite yönetiminde temel amaç sürekli iyileştirme olduğundan, KFG kullanımı uygulanacak tasarım, üretim vs. süreçlerinde önemli ölçüde iyileştirme sağlar. Tasarım iyileştirme faaliyetleri için KFG yerine kullanılan başka yöntemlerde mevcuttur. Bu yöntemler İstatistiksel Proses Kontrol, Değer Analizi ve Hata Etkileri (FMEA) gibi teknikleridir.

KFG uygulamasında ilk önce müşteri istekleri müşteri ile yapılan toplantılarda, anketler vs gibi araçlar ile tanımlanır. Yeni üretilecek, piyasaya sürülecek yeni ürünler sistemler hakkında müşteri beklentileri analiz edilir. Toplanmasının ardından bu araç ile yapılacak çalışma sonucunda rekabet edilebilir ürünler geliştirilir. Eş Zamanlı Mühendislik' in temel amacı kayıpların azaltılması (ürün kalitesi kayıpları, gözden geçirme zamanlarının kayıpları, müşteri isteklerinin tam anlaşılabilmesi sebebi ile yaşanan kayıplar vs.) olduğunda, KFG eş zamanlı mühendislik yaklaşımı ile paralel tüm süreçlerin gözden geçirmesini sağlayan bir araç olarak kullanılır. KFG sonuç olarak hangi süreç ile ilgileniliyor ise o süreci müşteri istekleri bazında detaylı gözden geçirip, hangi çıktının üzerinde durulması

gerektiğini gösteren çıktı ürettiğinden eş zamanlı mühendislik ile oldukça uyumlu çalışabilen bir araçtır.

KFG sonucunda ortaya çıkarılan Kalite Evi verimli bir bilgi deposu gösterimi olup, ürün tasarımının geliştirilmesinde ürün ile ilgili tüm resmi gösteren bir grafikdir. KFG uygulanan süreçlerin sonucunda müşteri tatmininin artışı ve dolayısı ile müşteri memnuniyetinin yükselmesi, bu tekniğin kabul görmesinin en önemli nedenini oluşturur.

### **2.2.6 Kalite fonksiyon göçeriminin faydaları**

Kalite fonksiyon göçerimi uygulayan firmaların, bu uygulama sonucu bir çok fayda gördüğü doğrulanmıştır. Müşteri odaklı ve eş zamanlı mühendislik yöntemi ile kullanımı sağlandığında gerçekleştirilen tasarım üzerinde önemli katkı sağlamaktadır. Günümüzde piyasaya rekabet edilebilir bir ürün sunabilmek için, tasarım süreçlerinin hızlı ve zaman kayıplarının yaşanmıyor olması kaçınılmazdır. KFG uygulamasında grup çalışmaları önemli rol oynadığından organizasyonel yapının gözden geçirilmesini ve iyileştirilmesini sağlar.

Gerçekleştirilen bir çok kalite fonksiyon göçerimi uygulamalarında, tasarımın başlangıcında bir çok problemin önlenerek ortadan kaldırıldığı ve tasarım süreçlerinin üzerinde durularak toplam ürün yaşam döngüsü zamanında %35-40 oranlarında iyileştirilme sağladığı gösterilmiştir.

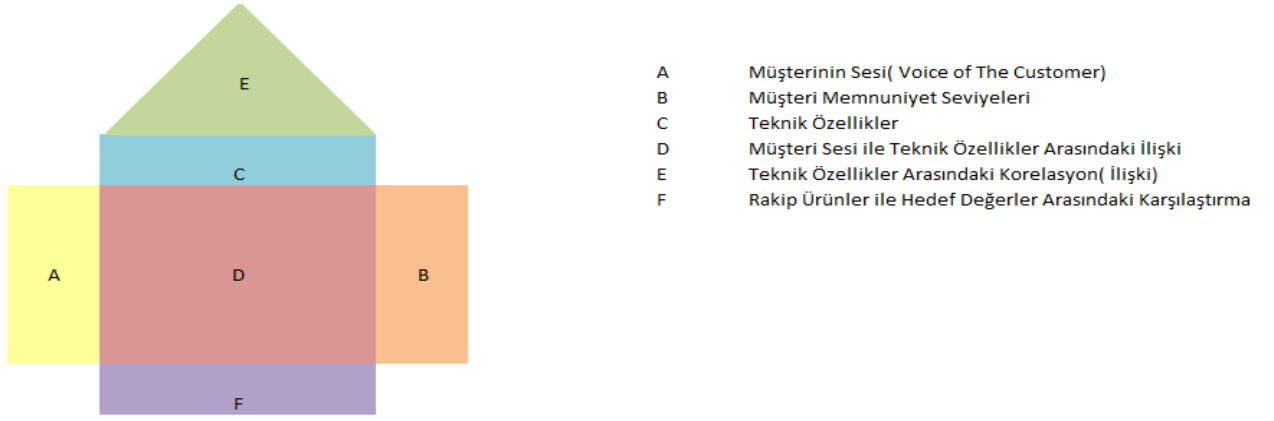
Ayrıca tasarım ve geliştirme dönemlerinde yapılan mühendislik değişikliklerinde %50 oranında azalma dolayısı ile tasarım ve geliştirme maliyetlerinde %20 ile %30 oranında azalma meydana geldiği bu çalışmayı uygulayan Japon firmaları göstermiştir.

#### **2.2.6.1 Uygulama adımları**

Aşağıdaki maddeler Kalite Fonksiyon Göçerimi uygulamasının nasıl gerçekleştirildiğini tanımlamaktadır.

#### **2.2.6.2 Kalite evi oluşturma basamakları**

Kalite Evi aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır.



Şekil 9 Kalite Evi Basamakları

### 2.2.6.3 Hedef müşteri özelliklerinin ve rakip ürünlerinin belirlenmesi

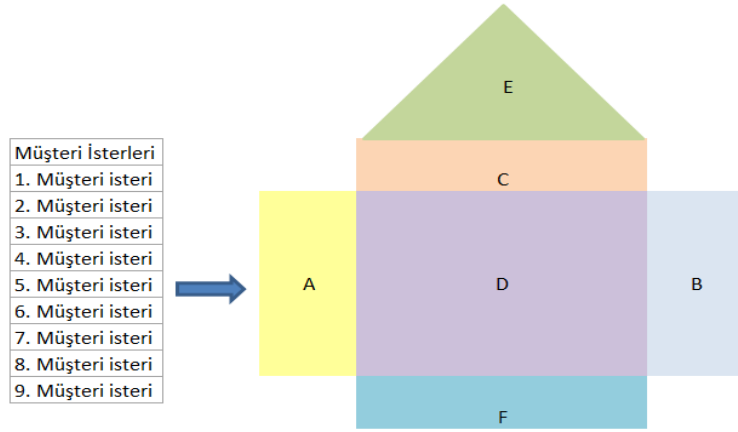
KFG yaklaşımın ilk hedefi girilecek pazarın tanımlanmasıdır. Bu kapsamda aday müşteri ya da müşteriler ile yapılan toplantılarda, gerçekleştirilen anket çalışmalarında müşteri istekleri, beklentileri ve ihtiyaçları belirlenir. Bu açıdan hangi pazarda, yapılacak ürünlerin nerelerde kullanılabileceği, rakip firmaların tespiti, rakip firmaların kapasitesi ve mühendislik özellikleri detaylı incelenmelidir. Bu çalışmaya müşteri sesi algılaması da denilebilir.

### 2.2.6.4 Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi

Müşteri isterleri, gerçekleştirilen ürün özelinde müşteri ihtiyaçlarının tanımlanmasıdır. Müşteri isterlerinin tanımlanması için yapılabilecek çalışmalar aşağıda tanımlanmıştır.

- Müşteri ile yapılan görüşmeler,
- Ürünler ile ilgili fuarlar,
- Sektör / pazar araştırması ve tahminler,
- Müşteri Şikâyetleri.

Müşteri isteklerinin belirlenmesinin ardından Şekil 10' de gösterildiği gibi kalite evinin Şekil 10 daki A bölümüne belirlenen isterler yerleştirilir. Unutulmamalıdır ki, tüm müşteri isterlerinin belirlenmesinde maliyetler göz önünde bulundurulmalıdır.

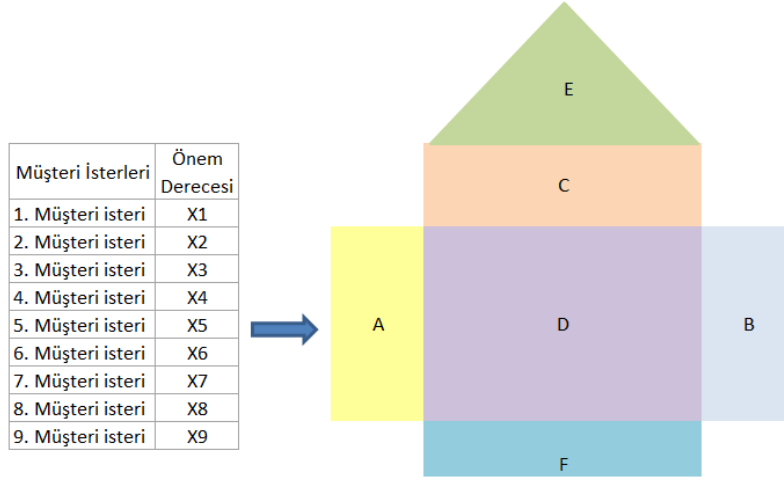


Şekil 10 Anket Çalışmaları ile Elde Edilen Müşteri İstekleri

### 2.2.6.5 Müşteri ihtiyaçlarının gruplanması

Müşteri isterlerinin toplanmasında, gelen isterler ürün/sistemin herhangi bir özelliği hakkında dağınık bir şekilde olabilir. Dolayısı ile toplanan isterlerin gruplar halinde organize edilmesi gerekmektedir. Kalite Evi oluşumunda Şekil 9' un C bölümünde tanımlanacak teknik özelliklerin belirlenmesinde gruplama çalışması bir nizam oluşturacağından önemli rol oynamaktadır.

Müşteri isteklerinin gruplamasının tamamlanmasının ardından bu isterlere önem derecesi verilir. Kalite matrisinde Şekil 11' de gösterildiği gibi önem dereceleri müşteri isterlerinin hemen yanında tanımlanır. Önem seviyelerinin belirlenmesinden farklı skalalar kullanılabilir. Bu skalalar 1' den 5' e kadar ya da 1' den 9' a kadar olarak tanımlanabilir. Skalalarda 1 rakamı en düşük 5 veya 9 rakamı en yüksek önem derecesini gösterir.



Şekil 11 Tüketici İhtiyaçları ve Önem Seviyeleri

### 2.2.6.6 Müşteri algılaması analizi

Ürün/Sistem tasarımı geliştirmesinde müşteri isterlerinin ve önem derecelerinin tespiti yeterli olmadığından, müşteri gözünde geliştirilecek ürün/sistemin rekabet edilebilir ürünler ile karşılaştırılmasının yapılması, araştırılması gerekmektedir. Ürünün/sitemin rekabet piyasasında satılabilmesi, kullanılabilmesi için ne kadarlık geliştirme çalışması ihtiyacı olduğu tespit edilmelidir. Bu aşamada müşteriden firma ve rakip firmaları geliştirilecek ürün ile ilgili karşılaştırması istenir. Bu kapsamda müşteri tarafından ürün ile ilgili firmalara soru sorulur. Ardından müşteri, firma ve rakip firmayı kendi gözünde sıralamaya koyar. Ardından bu sıralamayı kalite evine aktarır. Müşteri isterlerinin algılanmasında kritik oranlar aşağıda tanımlanmıştır;

- İyileştirme Oranı: Benzer/eski modellerinin müşteri beklentilerine göre ne kadar oranda iyileştirme olacağı tanımlanır. İyileştirme oranının nasıl hesaplandığı aşağıdaki formül ile açıklanmıştır.

$$\text{İyileştirme Oranı} = \frac{\text{Planlanan Kalite Düzeyi}}{\text{KFG Çalışmasını Yapan Şirket Memnuniyeti}} \quad (2.3)$$



➤ Satış Avantajı: Bu kısımda "Satış Potansiyelini Çok Artırır (1.5)", "Satış Potansiyelini Artırır( 1)", "Eski Modelden Farklı Olarak Herhangi Bir Değişiklik Yok(1,0)" seçeneklerinden biri tanımlanarak iyileştirmenin satış getirisine etkisi gösterilir.

İyileştirme oranı ve satış avantajının hesaplanmasının ardından "Mutlak Ağırlık" ve "Bağıl Ağırlık" oranları hesaplanır. Aşağıda bu hesaplamaların nasıl yapıldığı açıklayan formüller tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Mutlak Ağırlık} &= (\text{Önem Derecesi}) \\ &\times (\text{İyileştirme Oranı}) \times \text{Satış Avantajı} \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} \text{Bağıl Ağırlık}(\%) & \\ &= \frac{\text{Her Bir Satırın Mutlak Ağırlığı}}{\text{Toplam Mutlak Ağırlık}} \end{aligned} \quad (2.5)$$

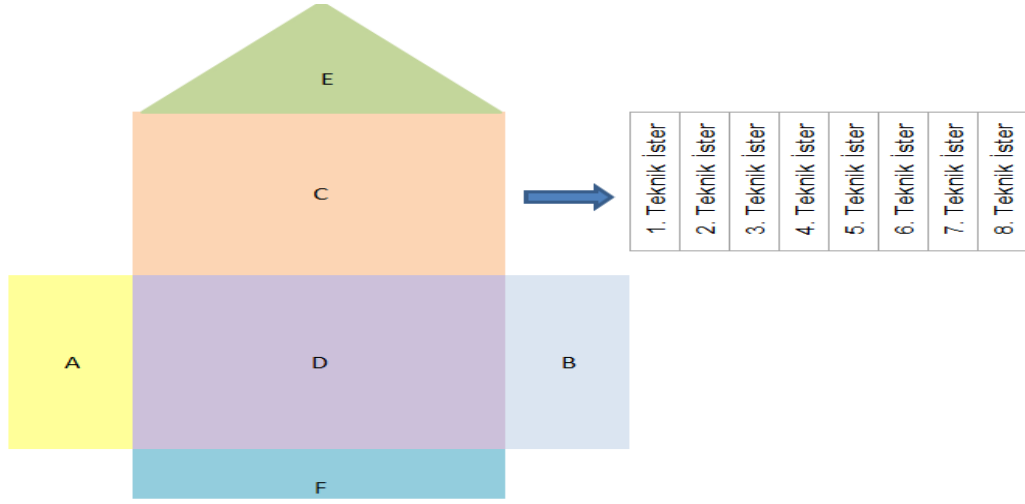
Tüm müşteri isterleri için "iyileştirme oranı", " satış avantajı", "mutlak ağırlık" ve " bağıl ağırlık(%)" oranlarının hesaplanmasının ardından Çizelge 4'de gösterildiği gibi bu değerler kalite evinde tanımlanır.

Çizelge 4 Müşteri Algılaması Analizi Matrisi

	$X_{ij}$	$R_{ij}$	$A_{ij}$	$B_{ij}$	$P_{ij}$	$Y_{ij}$	$Z_{ij}$	$MA_{ij}$
Müşteri İsteri	Önem Derecesi	KFG Çalışması Yapan Şirketin Memnuniyeti	Rakip X Firmasının Memnuniyeti	Rakip Y Firmasının Memnuniyeti	Planlanan Kalite Düzeyi	İyileştirme Oranı	Satış Avantajı	Mutlak Ağırlık
1. Müşteri isteri	$X_{11}$	$R_{12}$	$A_{13}$	$B_{14}$	$P_{15}$	$Y_{16}$	$Z_{17}$	$MA_{18}$
2. Müşteri isteri	$X_{21}$	$R_{22}$	$A_{23}$	$B_{24}$	$P_{25}$	$Y_{26}$	$Z_{27}$	$MA_{28}$
3. Müşteri isteri	$X_{31}$	$R_{32}$	$A_{33}$	$B_{34}$	$P_{35}$	$Y_{36}$	$Z_{37}$	$MA_{38}$
4. Müşteri isteri	$X_{41}$	$R_{42}$	$A_{43}$	$B_{44}$	$P_{45}$	$Y_{46}$	$Z_{47}$	$MA_{48}$
5. Müşteri isteri	$X_{51}$	$R_{52}$	$A_{53}$	$B_{54}$	$P_{55}$	$Y_{56}$	$Z_{57}$	$MA_{58}$
6. Müşteri isteri	$X_{61}$	$R_{62}$	$A_{63}$	$B_{64}$	$P_{65}$	$Y_{66}$	$Z_{67}$	$MA_{68}$
7. Müşteri isteri	$X_{71}$	$R_{72}$	$A_{73}$	$B_{74}$	$P_{75}$	$Y_{76}$	$Z_{77}$	$MA_{78}$
8. Müşteri isteri	$X_{81}$	$R_{82}$	$A_{83}$	$B_{84}$	$P_{85}$	$Y_{86}$	$Z_{87}$	$MA_{88}$
9. Müşteri isteri	$X_{91}$	$R_{92}$	$A_{93}$	$B_{94}$	$P_{95}$	$Y_{96}$	$Z_{97}$	$MA_{98}$

### 2.2.6.7 Teknik özelliklerin belirlenmesi

Teknik isterler, müşteri isterlerinin teknik özellikler dilinde tanımlanmış göstergesidir. Şekil 12' de teknik özelliklerin Kalite Evinde nasıl gösterilmesi gerektiği tanımlanmıştır.



Şekil 12 Müşteri İhtiyaçlarının Teknik İhtiyaçlara Dönüşmesi

Teknik isterlerin belirlenmesinde temel hedef, müşteri isterleri ile direk ilişkili olmasıdır. Teknik ihtiyaçlar mühendislik analizleri, benzetimler, hesaplamalar gibi birçok araç ile çözümlenir. Sistem / ürün oluşturmaya katkı sağlayan takımın tecrübesi, emekleri ve deneyimleri ve yaptığı çalışmalar ile teknik ihtiyaçlar belirlenir. Teknik isterlerin sayısı kalite evinin sütun sayısını oluşturur. Bu husus, teknik isterlerin çözümlenmesinde ihtiyaç duyulan alt yapı, ekipman, program vs. ihtiyaçları için gerek duyulan faaliyetleri gösterir.

#### **2.2.6.8 İlişkilerin belirlenmesi ya da korelasyon matrisi**

Bu aşama her bir müşteri isterinin her bir teknik ister ile nasıl ilişkilendirilmesi gerektiğini tanımlar. Eğer bir müşteri isterinin bir teknik ister ile ilişkisi yok ise o hücre boş bırakılmalıdır. O hücrenin boş bırakılması iki gereksinim arasında ilişkinin mevcut olmadığını gösterir. Eğer müşteri isteri ile teknik ister arasında ilişki var ise ilişkilerin gücünü gösterecek semboller ya da sayılar kullanılır. Çift daire veya 9 rakamı güçlü bir ilişkiyi, tek daire veya 3 rakamı orta düzeydeki bir ilişkiyi, üçgen veya 1 rakamı zayıf bir ilişkiyi gösterir. Bu semboller veya rakamlar en yaygın kullanılan araçlardır.

Bu tanımlamaların ardından ilişki sembolleri incelenerek hangi teknik isterin önemli olduğu ve o istere dikkat çekilmesi gerekliliği değerlendirilir. Müşteriler için eğer bir çalışma yapılması gerekiyor ise iyileştirme yönünü göstermede, bazı semboller kullanılabilir. Bu semboller Şekil 13' de gösterilmiştir.

Teknik ihtiyaçlar							
	Φ	O	↑	↓	↑	↑	O
	1. Teknik İhtiyaç	2. Teknik İhtiyaç	3. Teknik İhtiyaç	4. Teknik İhtiyaç	5. Teknik İhtiyaç	6. Teknik İhtiyaç	7. Teknik İhtiyaç
1. Müşteri İsteği	I <sub>11</sub>	I <sub>12</sub>	I <sub>13</sub>				I <sub>17</sub>
2. Müşteri İsteği		I <sub>22</sub>		I <sub>24</sub>	I <sub>25</sub>		I <sub>27</sub>
3. Müşteri İsteği		I <sub>32</sub>	I <sub>33</sub>				I <sub>37</sub>
4. Müşteri İsteği			I <sub>43</sub>			I <sub>46</sub>	I <sub>47</sub>
5. Müşteri İsteği		I <sub>52</sub>				I <sub>56</sub>	I <sub>57</sub>
6. Müşteri İsteği		I <sub>62</sub>				I <sub>66</sub>	I <sub>68</sub>

Şekil 13 Müşteri İstekleri ile Teknik İhtiyaçlar Arasındaki İlişkiler

○ : Belirli bir hedefin karşılanması, müşteri memnuniyeti için yeterlidir

↑ : Hedefin karşılanmasında herhangi bir güçlük varsa, bu hedefin alt tarafında olmalıdır.

↓ : Eğer hedefin karşılanmasında herhangi bir güçlük varsa, bu hedefin üst tarafında olmalıdır.

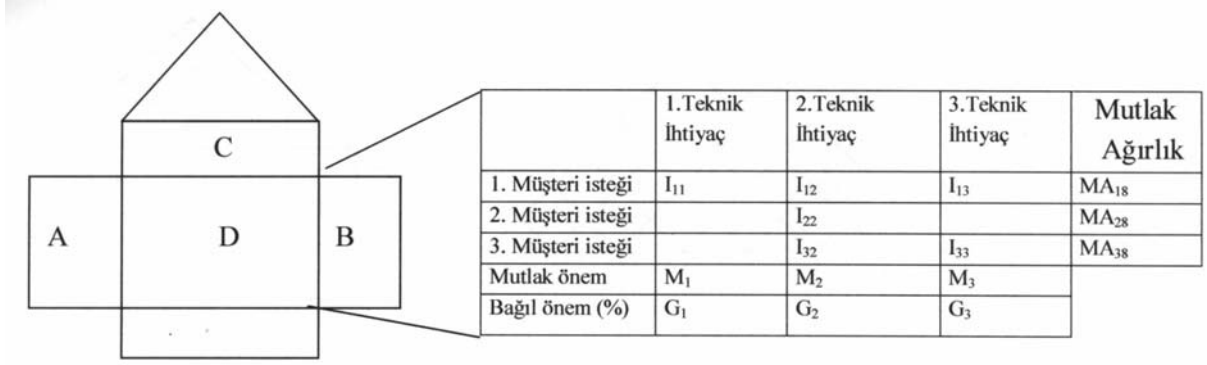
### 2.2.6.9 Teknik ihtiyaçların mutlak ve bağıl önem değerlerinin hesaplanması

Müşteri isterlerini karşılamak için her bir teknik isterin mutlak ve bağıl önem dereceleri hesaplanır. Mutlak Önem ve bağıl önem derecelerinin nasıl hesaplandığı aşağıdaki formüller ile ifade edilmiştir.

$$\begin{aligned}
 \text{Mutlak Önem: } M_j & \\
 &= \sum (o \text{ satıra ait ilişkinin gücü}) \times (\text{Mutlak Ağırlık}) \quad (2.6)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bağıl Önem(\%): } G_j & \\
 &= \frac{\text{Mutlak Önem}}{\text{Toplam Mutlak Önem}} \times 100 \quad (2.7)
 \end{aligned}$$

Bu değerlerin hesaplanmasının ardından kalite evine Şekil 14 deki gibi hesaplamalar yerleştirilir.



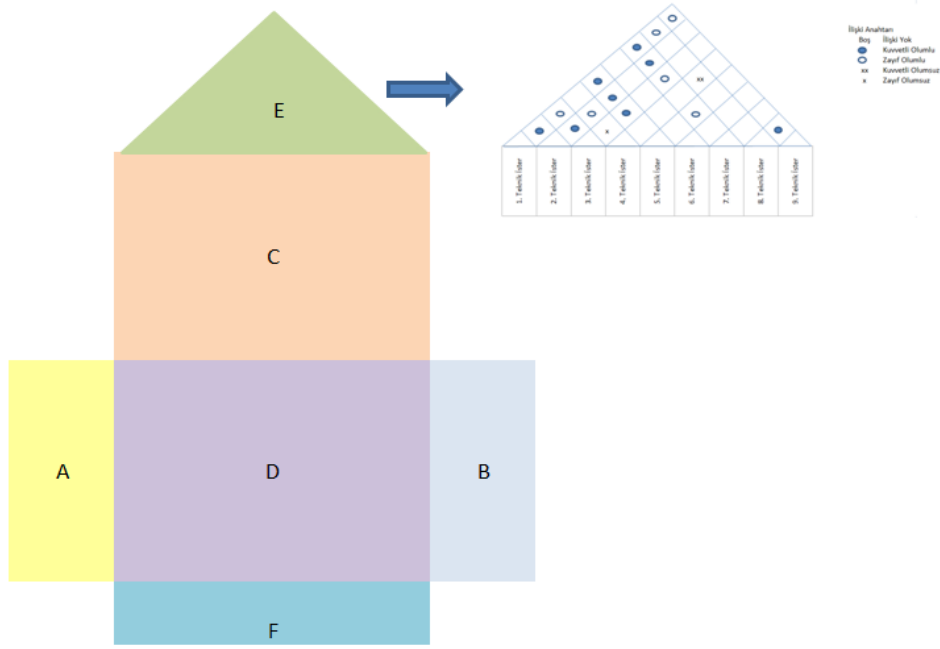
Şekil 14 Teknik İhtiyaçların Mutlak ve Bağıl Önemlerinin Hesaplanması

Şekil 14 incelendiğinde görülüyor ki her bir sütunun hangi teknik isterin mutlak önem derecesi yüksek ise, o teknik ister daha önemlidir.

#### **2.2.6.10 Teknik özellikler arasındaki ilişkinin belirlenmesi ya da korelasyonlar**

Her bir teknik ister başka bir teknik ister ile herhangi bir ilişkisi olabilir. Bu ilişkiler birbirlerini olumlu yönde etkileyecek pozitif etki de olabilir, birbirlerini olumsuz yönde etkileyecek negatif etki de olabilir. Korelasyon matrisinde ilişkileri tanımlamak için 5 tane sembol kullanılır. Bu semboller aşağıda ifade edilmiş olup, Şekil 15' da kalite evinde nasıl gösterilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

- İçi Dolu Daire : Olumlu ve Kuvvetli İlişki İçin
- İçi Boş Daire : Olumlu ve Zayıf İlişki İçin
- Çift Çarpı : Olumsuz ve Kuvvetli İlişki İçin
- Tek Çarpı : Olumsuz ve Zayıf İlişki İçin
- Boş : İlişki Yok



Şekil 15 Teknik İsterler Arasındaki Korelasyon Grafiği

### 2.2.6.11 Rakiplerle karşılaştırma ve hedeflerin belirlenmesi

Ortaya çıkarılacak tasarım geliştirme faaliyeti için rakip firmalar teknik açıdan kıyaslanır. Rakiplerin mühendislik kapasiteleri, kullanacakları teknik ekipmanlar, laboratuvarlar analiz edilir. Dolayısı ile kalite evinde rakiplerin durumu ve firmanın kendi durumu net bir şekilde ifade edilir. Rakipler karşısında firmanın durumu teknik isterler gözünde direkt resmedilir. Bu karşılaştırma sayesinde firmanın güçlü ve zayıf yönleri de tanımlanmış olur. Gerçekleştirilen karşılaştırma sonucunda teknik isterlere göre performans hedefleri belirlenir. Belirlenen hedefler Şekil 16' de gösterildiği kalite evine yerleştirilir.



Şekil 17 incelendiğinde görülmektedir ki mutlak önem derecesi yüksek olan teknik isterler tasarım ve geliştirmede katma değeri yüksek olan ister anlamına gelir. Dolayısı ile pazardaki fark yaratımında katma değerini yüksek olduğu teknik gereksinimi eniyileyerek rakiplerden üstün hale gelmek hedef olmalıdır.

Kalite fonksiyon göçeriminin metodolojik açıklamasının ardından Bölüm 3' te KFG ile gerçek bir uygulama çalışması yapılmıştır. Uygulama yapılacak firma bir savunma sanayi firması olup özel amaçlı makine tesis tasarımı ve üretimi kapsamında savunma sanayi sektöründe ürün geliştirmektedir. Tasarım ve geliştirme odaklı hizmet sağlayan firmanın ana tasarım faaliyetleri aşağıda tanımlanmıştır.

- Ön Tasarım,
- PDR ( Priliminary Design Review),
- Kritik Tasarım,
- CDR ( Critical Design Review),
- Mühendislik Hesapları,
- Yapısal Analiz,

Akana Mühendislik tasarım faaliyetlerini geleneksel metotlar ile gerçekleştirildiğinden bu faaliyetler ilgili fonksiyonlar ile zaman baskısı, müşteri gereksinimlerinin teknolojinin büyümesi ile zorlaşması gibi nedenlerden dolayı paralel gerçekleştirilememektedir. Bu problemde kaynaklı tasarım & üretim & kalite fonksiyonlarında kayıplar yaşanmakta olup,

- Projelerin teslimat zamanlarında gecikmeler,
- Kalitesel problemler,
- Kalitesizlik maliyetlerinde artış,
- Endirekt maliyetlerde artış,

problemleri yaşanmaktadır.



Bu kapsamda;

- Toplam ürün gerçekleştirme surelerini azaltmak
- Teslimat gecikmelerini düşrmek
- Tasarım, üretim, test ve entegrasyon faaliyetlerinde gereksiz zaman kayıplarını ortadan kaldırmak
- Takım çalışmasını ve iş birliğini özümsemek
- Organizasyonel bütünlük sağlamak
- Sistematik yaklaşım kazanmak
- Kalitesizlik maliyetlerini minimize etmek

amaçlarını Akana Mühendislik' e kazandırmak amacı ile bir tasarım projesi üzerinde Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) tekniği kullanılarak eş zamanlı mühendislik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu alışma ile ilgili uygulamalar Bölüm 3 de detaylandırılmıştır.

### 3. EŞ ZAMANLI MÜHENDİSLİK UYGULAMASI

Akana Mühendislik firması, 1990 yılında Ankara'da proje ofisi olarak faaliyete geçmiş, alçı sektöründe muhtelif danışmanlık işleri yaparak çalışma hayatına başlamıştır. Çok kısa bir zamanda da sektördeki ihtiyaç nedeni ile proje ve üretim faaliyetlerine yönelmiş, tecrübeleri doğrultusunda savunma sanayi, inşaat, kimya, beyaz eşya, otomotiv ve gıda sektörlerine; danışmanlık, ar-ge, tasarım, üretim, otomasyon, yazılım ve servis hizmetlerine yönelik mühendislik çözümleri sağlamaktadır. Şekil 19' da Akana Mühendislik' in 1990 yılından 2016 yılına kadar gerçekleştirdiği faaliyetleri gösterilmiştir.



Şekil 18 Akana Mühendislik Tarihçesi

Akana Mühendislik 8 temel prensibi dikkate alarak çalışmalarını sürdürmektedir. Bunlar:

- **Müşteri Odaklılık**

Firma, müşterilerine bağlıdır. Bu nedenle müşterinin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını anlamakta, müşteri şartlarını yerine getirmekte ve müşteri beklentilerini karşılamaya çalışmaktadır.

- **Liderlik**

Liderler, firmada amaç ve idare birliği oluşturmaktadır. Bunlar kişilerin, Akana Mühendislik' in hedeflerinin başarılmasına tam olarak katılım olduğu iç ortamı oluşturmuş ve sürdürmektedir.

- **Kişilerin Katılımı**

Her seviyedeki kişiler firmanın özüdür ve bunların tam katılımı, yeteneklerinin firmanın yararına kullanılmasını sağlamaktadır.

- **Proses Yaklaşımı**

Faaliyetler ve ilgili kaynaklar proses olarak yönetilmekte ve verimli sonuçlar alınmaktadır.

- **Yönetimde Sistem Yaklaşımı**

Birbiri ile ilgili prosesler bir sistem olarak tanımlanmakta, anlaşılmakta ve yönetilmekte hedeflerin başarılmasında firmanın etkinliğine ve verimliliğine katkı sağlamaktadır.

- **Sürekli İyileştirme**

Firmanın toplam performansının sürekli iyileştirilmesi, devamlı hedefleri arasındadır.

- **Karar Vermede Gerçekçi Yaklaşım**

Firmada alınan kararlar, verilerin analizine ve bilgiye dayanır.

- **Karşılıklı Yarara Dayalı Tedarikçi İlişkileri**

Akana Mühendislik ve tedarikçileri birbirlerinden bağımsızdırlar. Karşılıklı fayda ilişkisi, her ilişkinin artı değer yaratması yeteneğini takviye etmektedir.

### **3.1 Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması**

Tasarlanıp üretilecek sistemlere ait özellikle teklif aşamasında iken müşterinin belirlediği gereksinimler incelenmiştir ve Kalite Fonksiyon Göçerimi uygulamasına başlanmıştır.

#### **3.1.1 Tüketici özelliklerinin ve rakip ürünlerin belirlenmesi**

Ürünler savunma sanayi sektöründe kullanılmak üzere tankların otomatik mermi atışı için tasarlanacak mekanik sistemlerini oluşturmaktadır. Yürütülen proje gizli sınıfında olduğu için sistemler A, B ve C sistemleri olarak adlandırılacaktır. Bu 3 sistemin entegre edilmesi halindeki sistem tanımı da X sistemi olarak adlandırılacaktır. Yukarıda tanımlandığı gibi, X sistemi üç gruptan oluşmakta olup aşağıda açıklamaları verilmiştir.

- **A Sistemi**

Sistem mermiyi aşağıdan yukarıya ya da yukarıdan aşağı taşıyan mekanik sistemdir. A sisteminin kabaca görsel hali Şekil 19' de gösterilmiştir.



Şekil 19 A Sistemi Görseli

- B Sistemi

Mermiyi yatay hareketlerde sağ ve sola taşıyan sistemdir. B sisteminin kabaca görsel hali Şekil 20' de gösterilmiştir.



Şekil 20 B Sistemi Görseli

- C Sistemi

Merminin yüklü bulunduğu 96 adet mermi yuvasına sahip, ve bu mermileri B sistemine aktaran mekanik sistemdir. C sisteminin kabaca görsel hali Şekil 21' de gösterilmiştir.



Şekil 21 C Sistemi Görseli

Rakip firmaların tespiti kısmında, bu mekanizmaları tasarlayıp üretebilecek rakip 1 (Bir) firma mevcuttur. Müşteri ile yapılan görüşmeler ve müşterinin tanımladığı gereksinimler belirlenmiştir.

### **3.1.2 Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi ve önem derecesinin tespiti**

Sistemlerden beklenen kalite standartları müşteri ile yapılan görüşmelerde konu edinilmiştir. Sistemlerin tasarlanması ve geliştirmesi sürekli iyileştirme içermektedir. Bu sistemlerde ana hedefler aşağıda tanımlanmıştır:

- Yeniden işleme gerektirebilecek faaliyetlerden kaçınmak
- İlk ve tek seferde tasarımı geçerli kılınabilecek sistemler tasarlamak
- İlk ve tek seferde ilk ürün denetimini başarı ile tamamlamak
- Sistemlerin fonksiyonel açılarda kusursuz ve istenilen tork ve ivme değerlerinde çalıştırmak

Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7' de A, B ve C sistemleri için müşteri istekleri ve önemi gösterilmiştir. Müşteri isteğinin hangi önem derecesine sahip olduğu müşteri ile yapılan görüşmelerde ve firma teknik personellerin deneyim ve tecrübeleri doğrultusunda belirlenmiştir.

Önem seviyeleri için 1' den 5' e kadar olan bir ölçek uygulanmış olup, 1 en düşük, 5 en yüksek önem seviyesine sahip olduğunu tablolarda göstermektedir.

Çizelge 5 A Sistemine Ait Müşteri İstekleri ve Önem Seviyeleri

Sıra No	Müşteri İstekleri	Önem Derecesi (1-5)
1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	4
2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	5
3	Ünitenin Mermi Z Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5
4	Ünitenin Mermi B sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5
5	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	4
6	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	5
7	Kilitleme Mekanizmasının Aktifliği	5
8	Konveyör ve Asansör Bandının Fonksiyonel Kontrolünün Aktifliği	5
9	A Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	4

Çizelge 6 B Sistemine Ait Müşteri İstekleri ve Önem Seviyeleri

Sıra No	Müşteri İstekleri	Önem Derecesi (1-5)
1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	4
2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	4
3	Ünitenin Mermi C ve A Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5
4	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	4
5	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	5
6	B Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	4
7	B Dönüş Ekseni Uygunluğu	5
8	Kilitleme Mekanizması Uygunluğu	5

Çizelge 7 C Sistemine Ait Müşteri İstekleri ve Önem Seviyeleri

Sıra No	Müşteri İstekleri	Önem Derecesi (1-5)
1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	5
2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	4
3	Ünitenin Mermi B Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5
4	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	4
5	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	5
6	Kilitleme Mekanizmasının Aktifliği	5
7	C Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	4

### 3.1.3 Müşteri memnuniyet seviyelerinin analizi

Müşteri tarafından firma ve rakip firma ile ilgili memnuniyet seviyeleri kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama müşteri istekleri baz alınarak yapılmış olup Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10' da kalite düzeyleri, iyileştirme oranları, satış avantajı, mutlak ağırlık ve bağıl ağırlık oranları verilmiştir.



Çizelge 8 A Sistemine Ait Memnuniyet Seviyelerinin Analizi ve Hesaplamalar

Sıra No	Müşteri İstekleri	Önem Derecesi (1-5)	KFG Uygulayan Şirket Memnuniyeti	A Firması Memnuniyeti	Planlanan Kalite Düzeyi	İyileştirme Oranı	Satış Avantajı	Mutlak Ağırlık	Bağılı Ağırlık
1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	4	5	3	5	1	1,5	6,00	9,39%
2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	5	4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%
3	Ünitenin Mermi Z Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5	4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%
4	Ünitenin Mermi B Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5	4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%
5	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	4	4	3	5	1,25	1,2	6,00	9,39%
6	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	5	4	3	5	1,25	1,5	9,38	14,68%
7	Kilitleme Mekanizmasının Etkifliği	5	5	4	5	1	1,5	7,50	11,74%
8	Konveyör ve Asansör Bandının Fonksiyonel Kontrolünün Aktifliği	5	4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%
9	A Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	4	4	4	5	1,25	1	5,00	7,83%

Çizelge 9 B Sistemine Ait Memnuniyet Seviyelerinin Analizi ve Hesaplamalar

Sıra No	Müşteri İstekleri	Önem Derecesi (1-5)	KFG Uygulayan Şirket Memnuniyeti	A Firması Memnuniyeti	Planlanan Kalite Düzeyi	İyileştirme Oranı	Satış Avantajı	Mutlak Ağırlık	Bağıl Ağırlık
1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	4	4	3	5	1,25	1,2	6,00	12,42%
2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	4	4	3	5	1,25	1,2	6,00	12,42%
3	Ünitenin Mermi C ve A Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5	5	4	5	1	1,2	6,00	12,42%
4	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	4	5	4	5	1	1,2	4,80	9,94%
5	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	5	5	4	5	1	1,5	7,50	15,53%
6	B Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	4	4	4	5	1,25	1,2	6,00	12,42%
7	B Dönüş Ekseni Uygunluğu	5	5	4	5	1	1,2	6,00	12,42%
8	Kilitleme Mekanizması Uygunluğu	5	5	4	5	1	1,2	6,00	12,42%

Çizelge 10 C Sistemine Ait Memnuniyet Seviyelerinin Analizi ve Hesaplamalar

Sıra No	Müşteri İstekleri	Önem Derecesi (1-5)	KFG Uygulayan Şirket Memnuniyeti	A Firması Memnuniyeti	Planlanan Kalite Düzeyi	İyileştirme Oranı	Satış Avantajı	Mutlak Ağırlık	Bağıl Ağırlık
1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	5	5	3	5	1	1,2	6,00	13,49%
2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	4	5	4	5	1	1,2	4,80	10,79%
3	Ünitenin Mermi B Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	5	5	4	5	1	1,2	6,00	13,49%
4	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	4	4	4	5	1,25	1,2	6,00	13,49%
5	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	5	4	3	5	1,25	1,5	9,38	21,08%
6	Kilitleme Mekanizmasının Etkifliği	5	5	3	5	1	1,5	7,50	16,86%
7	C Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	4	5	4	5	1	1,2	4,80	10,79%

### 3.1.4 Teknik özelliklerin belirlenmesi

Müşteri taleplerinin karşılanması için sistemlerin özelliklerine göre teknik özellikler sistem bazında aşağıda belirtilmiştir.

A Sistemi İçin:

- -35°C, -25°C, +65°C,+55°C Sıcaklığında Çalışma
- 0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma
- Asansör ve Konveyör Bandın Azamı Hızı ve İvmesi
- Açık Kodlayıcı ve Yol Kildinin Ölçüsel Bağ Direnci
- Dikey ve Yatay Hatta Hareket Edebilme
- Ebadının Max. 965 mm (uzunluk) x 2185 x 680 mm
- Hareketli Tutucular
- RAL9016 (Trafik Beyazı) MY-0000-0102) BH-A-012'ye göre Boya Kullanımı
- Çinko Kaplama BH-A-015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı

B Sistemi İçin:

- -35°C, -25°C, +65°C,+55°C Sıcaklığında Çalışma
- 0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma
- YTÜ Uzun, Kısa ve Dönme Eksen, Hızı ve İvmesi
- Yukarı ve Aşağı Yönde Hareket Edebilme
- Ebadının 1850 mm x1000mm x1000 mm
- RAL9016 (Trafik Beyazı) MY-0000-0102) BH-A-012'ye göre Boya Kullanımı
- Çinko Kaplama BH-A-015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı

C Sistemi İçin:

- -35°C, -25°C, +65°C,+55°C Sıcaklığında Çalışma
- 0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma
- Mermi Magazin Birimi Azamı Hızı ve İvmesi
- Açık Kodlayıcı ve Yol Kildinin Ölçüsel Bağ Direnci
- Saat Yönü ve Tersinde Hareket Edebilme
- Ebadının Max. 750 mm x 2300 mm x 1180 mm

- RAL9016 (Trafik Beyazı) MY-0000-0102) BH-A-012'ye göre Boya Kullanımı
- Çinko Kaplama BH-A-015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı

### 3.1.5 İlişkilerin belirlenmesi ve korelasyon matrisinin oluşturulması

Geçmiş tecrübeler ve toplantılar ile bilgiler birleştirilerek müşteri istekleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerin gücü belirlenmiş olup bu korelasyon Çizelge 11, Çizelge 12 ve Çizelge 13' de gösterilmiştir.

Çizelge 11 A Sistemi İçin Korelasyon Matrisi

		-35°C, -25°C, +65°C, +55°C Sıcaklığında Çalışma	0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Konveyör Bandının Azami Hızı ve Açık Kodlayıcı ve Yönelim	Konveyör Bandının Azami Hızı ve Açık Kodlayıcı ve Yönelim	Kilidinin Ölçüsel Bağ Direnci	Dikey ve Yatay Hatta Hareket Edebilme	Ebadının Max. 965 mm (uzunluk) x 2185 x 680 mm	Hareketli Tutucular	RAL9016 (Trafik Beyazı) MY-0000- 0102) BH-A-012'ye göre Boya Kullanımı	Çinko Kaplama BH- A-015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı	
Müşteri Gereksinimleri	1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	9	3		9		3	3	3	
	2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	3	3	1			1	9	9	
	3	Ünitenin Mermi Z Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	3	3	9			3	1	1	
	4	Ünitenin Mermi B Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	3	3	9			3	1	1	
	5	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu		3	1			9			
	6	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	9	9	3	3	3		3	1	1
	7	Kilitleme Mekanizmasının Etkinliği	3	3	3	3			1		
	8	Konveyör ve Asansör Bandının Fonksiyonel Kontrolünün Aktifliği	3	3	9		9		3		
	9	A Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu						9		3	3

Çizelge 12 B Sistemi İçin Korelasyon Matrisi

		-35°C, -25°C, +65°C, +55°C Sıcaklığında Çalışma	0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma	B Birimi Hızı ve İvmesi	Yukarı ve Aşağı Yönde Hareket Edebilme	Ebadının 1850 mm x1000mm x1000 mm	RAL9016 (Trafik Beyazı) MY- 0000-0102) BH-A-012'ye göre Boya Kullanımı	Çinko Kaplama BH-A-015 Sınıf- III Tip D Kaplama Kullanımı	
Müşteri Gereksinimleri	1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	9	9	9	9	1	3	3
	2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	3	3				9	9
	3	Ünitenin Mermi C ve A Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	9	9	9			1	1
	4	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	3	3	3				
	5	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	9	9	9	9			
	6	B Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	3	3	3	3		1	1
	7	B Dönüş Ekseni Uygunluğu	9	9	3				
	8	Kilitleme Mekanizması Uygunluğu	9	9	9	9			

Çizelge 13 C Sistemi İçin Korelasyon Matrisi

		-35°C, -25°C, +65°C, +55°C	Sıcaklığında Çalışma	0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma	C Birimi Azami Hızı ve İvmesi	Açı Kodlayıcı ve Yol Kilidinin Ölçüsel Bağ Direnci	Saat Yönü ve Tersinde Hareket Edebilme	Ebadının Max. 750 mm x 2300 mm x 1180 mm	RAL9016 (Trafik Beyazı) MY-0000-0102) BH-A- 012'ye göre Boya Kullanımı	Çinko Kaplama BH-A-015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı
Müşteri Gereksinimleri	1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	9	9	9	3	9	3	3	3
	2	İstenilen Özelliklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	3	3	1				9	9
	3	Ünitenin Mermi B Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	9	9	9		9			
	4	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	3	3	9		3			
	5	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	9	9	9				1	1
	6	Kilitleme Mekanizmasının Etkifliliği	3	3	9	3	3			
	7	C Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu			1			9		

### 3.1.6 Teknik gereksinimlerin mutlak ve bağıl önem derecelerinin hesaplanması

Aşağıdaki Şekil 22, Şekil 23 ve Şekil 24' de görüldüğü gibi C Birimi Azami Hızı ve İvmesi, B Sistemi Uzun, Kısa ve Dönme Eksen, Hızı ve İvmesi, asansör ve konveyör bandı hızı ve ivmesi en yüksek önem derecelerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

## Şekil 22 A Sisteminin Mutlak ve Bağıl Önem Derecelerinin Hesaplanması

			-35°C,-25°C, +65°C,+55°C Sıcaklığında Çalışma	0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma	Asansör ve Konveyör Bandın Azami Hızı ve İvmesi	Açı Kodlayıcı ve Yol Kıldırım Ölçüsel Bağ Direnci	Dikey ve Yatay Hattta Hareket Edebilme	Ebadının Max. 965 mm (uzunluk) x 2185 x 680 mm	Hareketli Tutucular	RAL9016 (Trafik Beyaz) MY-0000-0102) BH-A- 012'ye göre Boya	Çinko Kaplama BH-A- 015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı	Mutlak Ağırlık
1	Müşteri Gereksinimleri	1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın	9		3	9		3	3	3	6,00
2		2	İstenilen Spektrelere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	3	3		1		1	9	9	7,50
3		3	Ünitenin Mermi Z Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	3	3	9			3	1	1	7,50
4		4	Ünitenin Mermi B Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	3	3	9			3	1	1	7,50
5		5	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu		3	1			9			6,00
6		6	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	9	9	3	3	3	3	1	1	9,38
7		7	Kilitleme Mekanizmasının Etkinliği	3	3	3	3		1			7,50
8		8	Konveyör ve Asansör Bandının Fonksiyonel Kontrolünün Aktifliği	3	3	9		9	3			7,50
9		9	A Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu						9		3	3
MUTLAK ÖNEM			250,875	214,88	277,13	58,13	149,63	45,00	182,63	124,88	124,88	1428,00
BAĞIL ÖNEM			17,57%	15,05%	19,41%	4,07%	10,48%	3,15%	12,79%	8,74%	8,74%	

## Şekil 23 B Sisteminin Mutlak ve Bağıl Önem Derecelerinin Hesaplanması

			-35°C,-25°C,+65°C,+55°C Sıcaklığında Çalışma	0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma	B Uzun, Kısa ve Dönme Eksen, Hızı ve İvmesi	Yukarı ve Aşağı Yönde Hareket Edebilme	Ebadının 1850 mm x1000mm x1000 mm	RAL9016 (Trafik Beyaz) MY-0000-0102) BH-A- 012'ye göre Boya	Çinko Kaplama BH-A-015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı	Mutlak Ağırlık	
1	Müşteri Gereksinimleri	1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	9	9	9	9	1	3	3	6,00
2		2	İstenilen Spektrelere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	1	1	3			9	9	6,00
3		3	Ünitenin Mermi C ve A Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	9	9	9			1	1	6,00
4		4	5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	3	3	3					4,80
5		5	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	9	9	9	9				7,50
6		6	B Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu	3	3	3	3		1	1	6,00
7		7	B Dönüş Ekseni Uygunluğu	9	9	3					6,00
8		8	Kilitleme Mekanizması Uygunluğu	3	3	9	9				6,00
MUTLAK ÖNEM			199	230	240	150	5	70	70	964,00	
BAĞIL ÖNEM			20,64%	23,86%	24,90%	15,56%	0,52%	7,26%	7,26%		

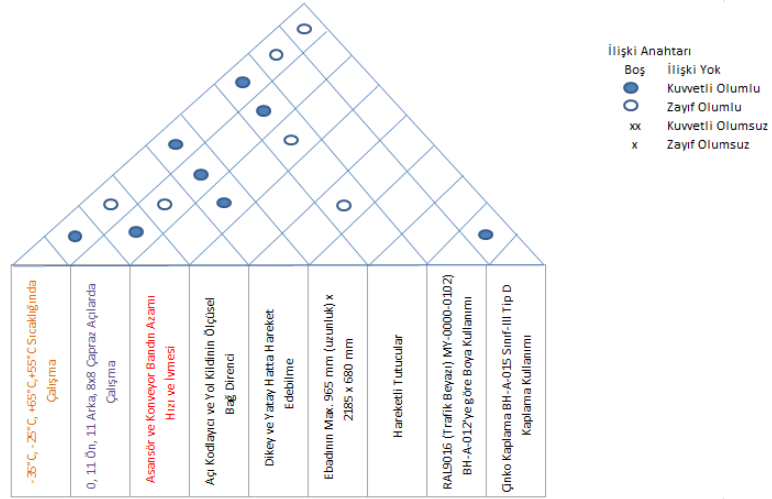


## Şekil 24 C Sisteminin Mutlak ve Bağıl Önem Derecelerinin Hesaplanması

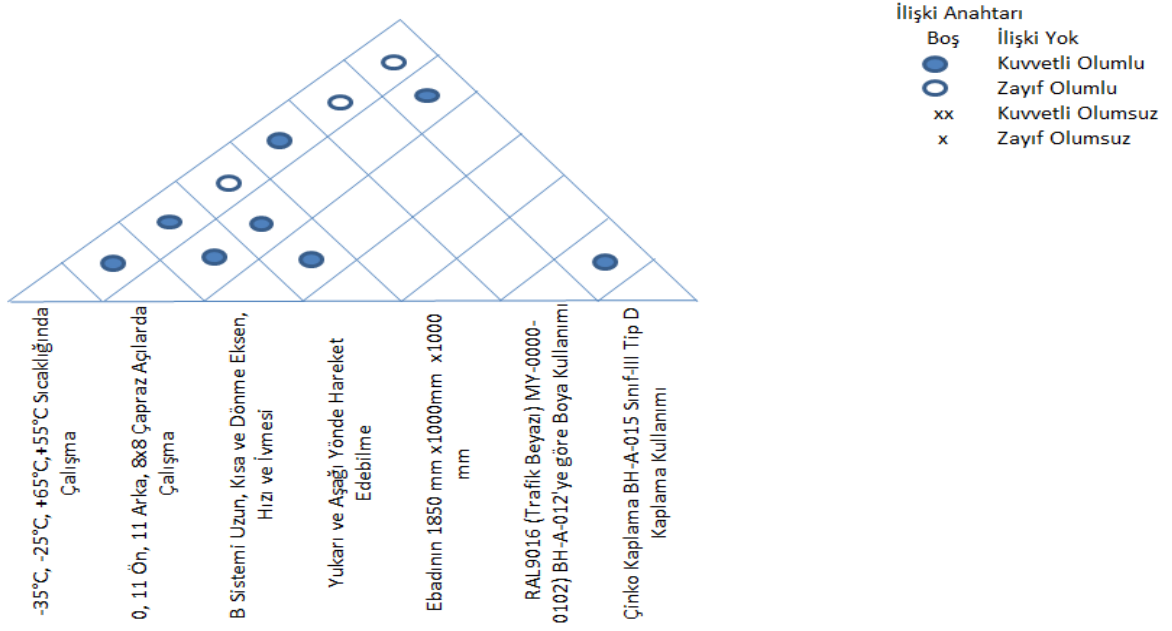
			-35°C, -25°C, +65°C, +55°C Sıcaklığında Çalışma	0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma	C Birimi Azamı Hızı ve İvmesi	Açı Kodlayıcı ve Yol Kilidinin Ölçüsel Bağ Direnci	Saat Yönü ve Tersinde Hareket Edebilme	Ebadının Max. 750 mm x 2300 mm x 1180 mm	RAL9016 (Trafik Beyazı) MY-0000-0102) BH-A- 012'ye göre Boya Kullanımı	Çinko Kaplama BH-A-015 Sınıf-III Tip D Kaplama Kullanımı	Mutlak Ağırlık
1	Müşteri Gereksinimleri	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilirliği	9	3	9	3	9	3	3	3	6,00
2		İstenilen Speklere Göre Boya Kaplama Uygunluğu	3	1	1				9	9	7,50
3		Ünitenin Mermi B Sistemi İle Çift Yönlü Alışverişinin Etkinliği	9	9	9			9			7,50
4		5 Tip Mermi Transferine Uygunluğu	3	3	9			3			7,50
5		Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği	9	9	9				1	1	6,00
6		Kilitleme Mekanizmasının Etketliliği	3	3	9	3	3				9,38
7		C Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu				1			9		
MUTLAK ÖNEM			248,625	197,63	342,38	46,13	172,13	85,50	91,50	91,50	1275,38
BAĞIL ÖNEM			19,49%	15,50%	26,85%	3,62%	13,50%	6,70%	7,17%	7,17%	

### 3.1.7 Teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi

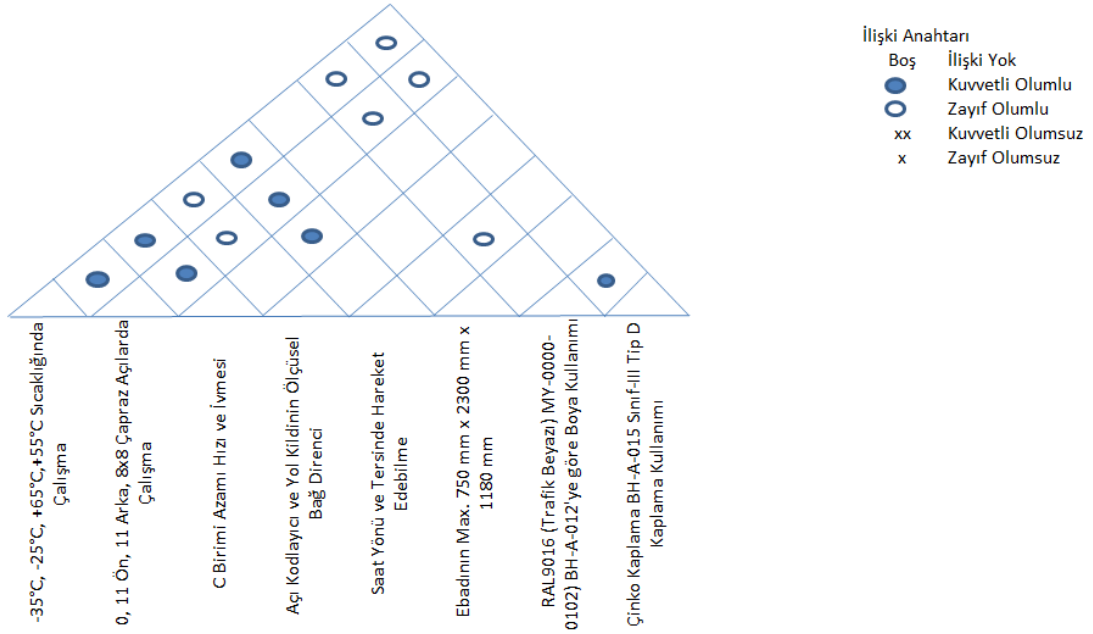
Teknik gereksinimler ile ilgili teknik isteklerin ilişkisi A sitemi için Şekil 25' de, B Sistemi için Şekil 26' de ve C sistemi için Şekil 27' de gösterilmiştir.



Şekil 25 A Sisteminin Teknik Gereksinimleri Arasındaki İlişki Grafiği



Şekil 26 B Sisteminin Teknik Gereksinimleri Arasındaki İlişki Grafiği



Şekil 27 C Sisteminin Teknik Gereksinimleri Arasındaki İlişki Grafiği

### 3.1.8 Rakiplerle karşılaştırma ve hedeflerin belirlenmesi

Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yapılan Akana Mühendislik' de müşteri teknik özelliklerini, müşteri algılamasını ve rakip firmaların durumunu belirlemek için mühendislik analizleri yapılmıştır. Dolayısıyla, kalite evi gösterimi ile aşağıdaki durumlar açığa çıkarılmıştır.

- Müşteri istekleri
- Müşteri değerlendirmesi
- Rakip firmanın Akana Mühendislik' e karşı müşteri istekleri bazındaki durumu
- En önemli müşteri isteklerinin belirlenmesi
- Müşteri isteklerinin bağlı önemi

Gerçekleştirilen KFG çalışması sonucunda üç mekanizmanın fonksiyonel çalışması en önemli teknik gereksinimler olup bunlar;

A Sistemi için;

- Asansör ve konveyör bandın azamı hızı ve ivmesi (%19,41)
- -35°C, -25°C, +65°C,+55°C sıcaklığında çalışma (%17,57)
- 0, 11 Ön, 11 arka, 8x8 çapraz açılarda çalışma (%15,05)

B Sistemi İçin;

- B uzun, kısa ve dönme eksen, hızı ve İvmesi (24,90%)
- 0, 11 ön, 11 arka, 8x8 çapraz açılarda çalışma (23,86%)
- -35°C, -25°C, +65°C,+55°C sıcaklığında çalışma (20,64)

C Sistemi İçin;

- C sistemi için kullanılan birimi azamı hızı ve ivmesi ( %26,85)
- -35°C, -25°C, +65°C,+55°C sıcaklığında çalışma ( %19,49)
- 0, 11 ön, 11 arka, 8x8 çapraz açılarda çalışma ( % 15,50) şeklinde belirlenmiştir.

Bu çalışmaya ait sonuçların gösterildiği kalite evleri, A Sistemi İçin Şekil 28' de, B Sistemi İçin Şekil 29' da ve C Sistemi İçin Şekil 30' da gösterilmiştir.

Sıra NO	Müşteri İstekleri	Teknik İstisnalar	İlaçlı Anahatın										Bağı Ağırlık									
			Bos	İlgi Yok	Kuvvetli Olumlu	Zayıf Olumlu	Kuvvetli Olumsuz	Zayıf Olumsuz	QFD Uygulama X Firması'nın Şirket Memnuniyeti	Panılanan Kalite Düzeyi	İyileştirme ve Oran Avantajı	Satış		Mutlak Ağırlık								
1	Sıcak/Soğuk ve Çevre Hava Koşullarında Mekanizmanın Çalışabilmesi		4	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	9	5	3	5	1	1,5	6,00	9,39%	
2	İstenilen Spektre Göre Boya Kapsama Uygunluğu		5	9		3	3				3	3	3	3	4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%	
3	Ünitenin Spektre Göre Boya Kapsama Uygunluğu		5	3	3	3	1				3	9	9	9	4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%	
4	Ünitenin Mermi Z Sistemi ile Çift Yönlü Aışverişinin Etkinliği		5	3	3	3	9				3	1	1	1	4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%	
5	5 Top Mermi Transferine Uygunluğu		4	3	3	3	9				3	1	1	1	4	4	5	1,25	1,2	6,00	9,39%	
6	Fonksiyonel Açılarda Çalışabilirliği		5	9	3	3	1				3	1	1	1	4	4	5	1,25	1,5	9,38	14,68%	
7	Kilitleme Mekanizmasının Etkinliği		5	9	3	3	3				3	1	1	1	4	4	5	1	1,5	7,50	11,74%	
8	Konveyör ve Asansör Bandının Fonksiyonel Kontrolünün Aktifliği		5	3	3	3	3				1				4	4	5	1,25	1,2	7,50	11,74%	
9	A Mekanizmasının Fiziksel Uygunluğu		4	3	3	3	9				3				4	4	5	1,25	1	5,00	7,83%	
			250,875	214,875	277,125	58,125	149,625	45	182,625	124,875	124,875	124,875	124,875	124,875	124,875	124,875	124,875	12,75%	3,15%	12,75%	8,74%	8,74%
			17,57%	15,05%	19,41%	4,07%	10,48%	3,15%	12,75%	8,74%	8,74%	8,74%	8,74%	8,74%	8,74%	8,74%	8,74%					
			MUTLAK ÖNEM		GÖRELİ ÖNEM (%)																	
			QFD Uygulama Şirket		X Firması		Hedef Değer		Ölçü Birimleri													
			m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>		m/s, m/s <sup>2</sup>	
			<20		<20		<20		<20		<20		<20		<20		<20		<20		<20	
			965x1185		965x1185		965x1185		965x1185		965x1185		965x1185		965x1185		965x1185		965x1185		965x1185	
			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
			680 mm		680 mm		680 mm		680 mm		680 mm		680 mm		680 mm		680 mm		680 mm		680 mm	
			mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm		mm	
			mOhm		mOhm		mOhm		mOhm		mOhm		mOhm		mOhm		mOhm		mOhm		mOhm	

Şekil 28 A Sistemi İçin Tamamlanmış Kalite Evi





Sonuç olarak, Şekil 28, 29 ve 30 incelendiğinden A, B ve C sistemleri için ilgili birimlerin fonksiyonel hız ve ivme gereksinimi en önemli neden ve bu isterlere bağlı olarak çevre koşul testleri ve fonksiyonel açılarda çalışabilme en önemli teknik gereksinim olduğu ortaya çıkarılmıştır. Kullanılacak sistemin zor arazi koşullarında çalışabiliyor olması ürünün vazgeçilmez koşulu olduğu için KFG sonucu bulunan kritik koşullar nitel anlamda ürünün amacı ile örtüşmektedir.

Bu çalışmanın tamamlanmasının ardından, eş zamanlı mühendisliğin ana prensiplerinden biri olan paralellik için KFG sonucunda ortaya çıkan kritik müşteri gereksinimlerinin üzerinde durularak bu gereksinimleri gerçekleştirecek bileşenlerin/ürünlerin tasarımına başlanmıştır. Tüm bu çalışmalar henüz tasarım aşaması başlanmadan önce gerçekleştirilebilmiştir.

### **3.2 Proje Takviminin Oluşturulması ve Tasarım & Üretim Faaliyetleri Planlama**

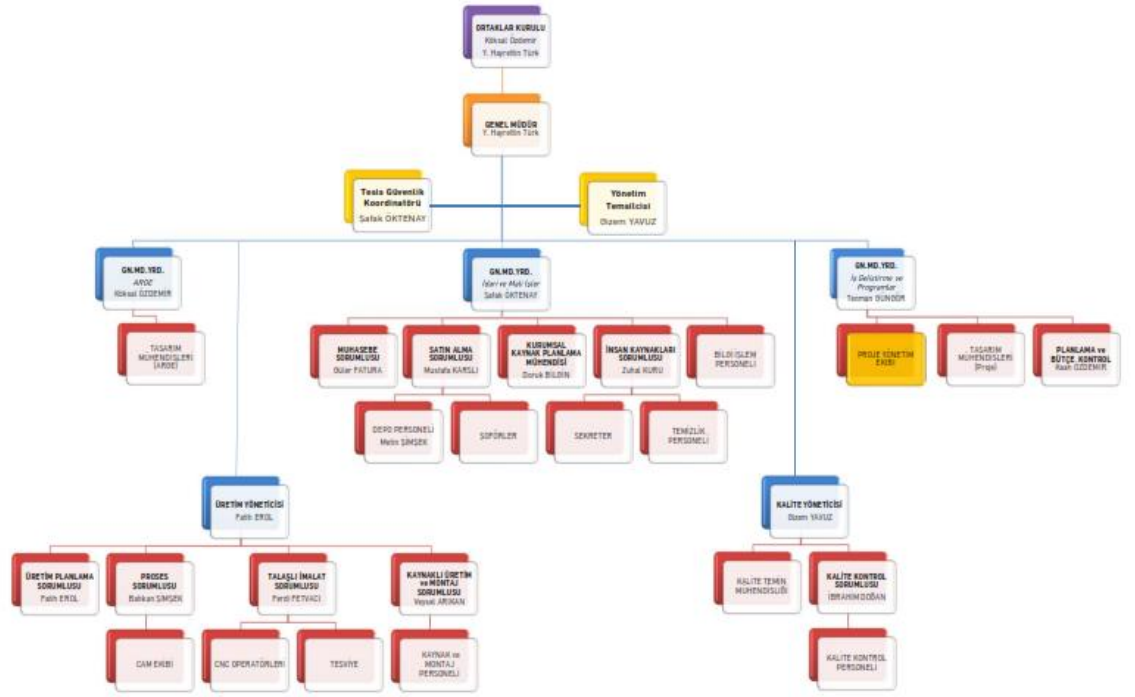
Kritik müşteri isterlerinin belirlenmesinin ardından Proje Takvimi oluşturulmuştur. Bu takvimin ana proje kilometrajları aşağıda tanımlanmış olup, detaylı proje takvimi Ek-1 de verilmiştir:

- Teklif çalışmasının yapılması
- Sözleşme imzalanması
- Kalite fonksiyon göçerimi çalışmasının yapılması
- Planlama yapılması
- Tasarım ve geliştirme planlarının yapılması
- Ön tasarım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
- Kritik tasarım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
- Doğrulama ve geçerli kılma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
- Konfigürasyon denetimleri
- Üretim dokümantasyonlarının hazırlanması
- Çevre koşul testlerinin gerçekleştirilmesi
- Kabul faaliyetleri
- Ambalajlama ve sevkiyat

Yukarıda tanımlanan aşamalara başlanmadan önce Akana Mühendislik' te eş zamanlı mühendislik yaklaşımını bütünsel anlamda sadece bir projede uygulanmak üzere değil kültürel anlamda benimsenmek için bu çalışmanın başlanmasından  $t_0 - 60$  gün" öncesinde reorganizasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın yapılmasının nedeni paralel olmayan, ardışık birbirini takip eden süreçleri ya da çalışmaları gerçekleştiren personellerin görev tanımlarının geleneksel metotlar ile yapılan tasarım-üretim aktivitelerini kapsamasıdır. Bu çalışma ile eş zamanlı mühendislik felsefesini görev tanımlarına işleyerek ve bu görev tanımlarını çalışanlara deklere ederek, kültürel anlamda tüm projelerde bu çalışmanın örnek gösterilmesi hedeflenmiştir.

Örneğin eski Üretim Planlama ve Üretim Sorumlusunun görev tanımında "üretime aktarılan teknik resim ve 3 boyutlu modellerin gözden geçirilmesi" ifadesi mevcut iken; yeni görev tanımında "ön tasarım döneminde üretilebilirlik hakkında geri beslemelerin verilmesi", "haftalık kontroller ile toplantı gerçekleştirmek" gibi girdiler tanımlanmıştır. Güncellenen dokümanlar Ek-2' de mevcuttur. Ayrıca, ISO 9001 gereği dokümanların gözden geçirilmesi bir ölçüde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda organizasyon şeması yenilenmiş olup, görev tanımları güncellenmiştir. Güncellenen organizasyon şeması Şekil 31' de gösterilmiştir.





Şekil 31 Güncellenen Organizasyon Şeması

Organizasyonun oluşturulması, görev tanımlarının oluşturulması ve bu görev tanımlarının deklarasyonun tamamlanmasının ardından, tanımlanan kilometrajlara göre  $t_0 + 20$  tarihinde ön tasarım faaliyetleri üretim mühendisliği ile koordineli çalışmaya başlanmıştır. Ön tasarım faaliyetinde yapılan çalışmalar:

- İlk boyutlandırma çalışması.
- Basit yapısal analiz çalışmaları.
- Mekanizma çözüm önerileri ve alternatif araştırmaları.
- Kaba hesaplamalar.
- Kullanılacak komponent alternatiflerinin seçimi.
- Kaba 3 boyutlu modelleme.

olup bu çalışmalar ile birlikte üretim mühendisliğinin yukarıda çalışmalara yaptığı girdiler ve analizler şunlardır:

- Ham maddeye cinsine göre üretilebilirlik.
- Tezgâh kapasitesi toleransları ve hassasiyetleri.
- Oluşturulan parçaların boyutlarına göre kullanılacak tezgâhlar.

- Üretilen parçalara göre kullanılacak takım uçları.
- Üretime destek takım avadanlık seçimleri.

Tüm bu faaliyetlere satın alma bölümünün girdileri ise şunlardır:

- Seçilebilecek hammaddelerin temin süresi.
- Hammadde bulunabilirliği.
- Yurt dışı tedariki yapılabilecek ürünlerin temin yönetimini.

Kalite güvence tarafından yürütülen çalışmalar ise aşağıda tanımlanmıştır:

- Tasarım ve geliştirme girdi dokümanlarının oluşturulması.
- Doğrulanmasında sıkıntı görülebilen tasarım girdilerinin analizi. (zaman kaybı olmayacak şekilde doğrulama yöntemlerinin belirlenmesi, doğrulanamıyor ise müşteri ile iletişime geçilip ürün isteklerinde iyileştirme/değişiklik istenmesi)
- Gözden geçirmelerin etkinliğinin yönetilmesi, TBP (Teknik Bilgi Paketi) ve ÜBP(Üretim Bilgi Paketi) dokümanlarının oluşturulması sırasında yürütülen yönetim sistemlerine uyumluluğun kontrol edilmesi.

Bu kapsamda A, B ve C sistemlerinin tasarımı ve üretilebilirlik gözden geçirmesi Ek-1' de gösterildiği gibi eş zamanlı başlatılmıştır. Tüm bu faaliyetler aşağıda Şekil 32' de gösterildiği gibi tüm fonksiyonlar eş zamanlı çalışacak şekilde devam ettirilmiştir.



Şekil 32 Eş Zamanlı Fonksiyon Çalışması

### 3.3 CAD/CAM Programları Oluşumu

Ön Tasarım Gözden Geçirme, Kritik Tasarım Gözden geçirme faaliyetleri ile birlikte üretilebilirlik dokümanları oluşturulmuş ve planlama aşamasında tüm dokümanlar gözden geçirilerek doğrulamaları yapılmıştır. A,B ve C sistemi için Ek-1 Proje Takviminde gösterildiği zamanda hazırlanmaya başlanan:

- İş emir dokümanları,
- Montaj talimatları,
- Üretilebilirlik dokümanları,
- Parçaya göre CAM programı,

dokümanları sistematik bir şekilde gözden geçirilmiştir.

### 3.4 Eş Zamanlı Mühendislik Sonucundaki Kalite Maliyet Çalışması

Burada Bölüm 3.1' de gerçekleştirilen eş zamanlı mühendislik çalışmaları kapsamında yapılan kalite fonksiyon göçerimi, paralellik ve tasarım çalışmaları gözden geçirme sonucu A,B ve C sistemlerinin kalite maliyetleri değerlendirilmiştir.

Yukarıdaki bölümlerde kalite maliyeti metodolojisi detaylı bir şekilde tanımlanmış olup, 2.1.1 bölümünde bahsedilen PAF modeli uygulama için seçilmiştir.

Bu modelin seçilmesinin nedeni A, B ve C sistemlerinin ilk defa tasarlanacak ürünler olması, bu sistemlerde eş zamanlı mühendislik uygulaması gereği gözden geçirme mekanizmasının çok aktif olması, dolayısı ile önleme mekanizmasının yüksek oranlarda olduğu tahmin edilmesi, değerlendirme ve başarısızlık maliyetlerinin (iç ve dış başarısızlık maliyetleri) mevcut olmasıdır.

#### **3.4.1 Eş zamanlı mühendislik öncesi kalite maliyetleri**

Eş zamanlı mühendislik uygulaması yapılmadan önce Akana Mühendislik kalite maliyetleri;

- Tasarım gözden geçirmelerin zamanında yapılmaması ve gerçekleştirildiği zaman verimli yapılmaması
- Tasarım gözden geçirmelere (Ön Tasarım ve Kritik Tasarım) üretim mühendisliğinin dâhil edilmemesinden dolayı yaşanan üretilememe problemleri
- Kritik tasarım gözden geçirmesine satın alma fonksiyonu dâhil olmadığından temin edilecek ham maddelerin tedarikindeki gecikmeler
- Üretim hazırlık zamanlarındaki uzamalar

sebeplerinden dolayı çok yüksek çıkmaktaydı. Bu maliyet kalemleri Çizelge 14' de verilmiştir.

Çizelge 14 Maliyet Kalemleri

	Önleme Maliyeti	Ölçme ve Değerlendirme Maliyeti	Başarısızlık Maliyeti	Toplam Maliyet
A Sistemine Benzer Sistem	3.000,00 TL	8.650,00 TL	12.570,00 TL	24.220,00 TL
B Sistemi Benzer Sistem	8.570,00 TL	7.942,00 TL	10.890,00 TL	27.402,00 TL
C Sistemi Benzer Sistem	3.280,00 TL	6.285,00 TL	28.900,00 TL	38.465,00 TL
Toplam Maliyet	14.850,00 TL	22.877,00 TL	52.360,00 TL	90.087,00 TL
Yüzde Oranı	16,48 %	25,39%	58,12%	

### 3.4.2 Eş zamanlı mühendislik sonrası kalite maliyeti

Eş Zamanlı Mühendislik uygulaması sonrası kalite maliyeti ölçümüne ilk olarak önleme maliyetleri, ardından ölçme ve değerlendirme maliyetleri, en son olarak iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetleri hesaplanmıştır. Aşağıda bu maliyet kalemlerinin nasıl hesaplandığı detaylı açıklanmıştır.

#### Önleme Maliyeti

Önleme maliyetleri aşağıda detayları açıklanmış olan yönetim gözden geçirmesi ve tasarım doğrulaması, tasarım dönemleri gözden geçirmesi, ölçüm ve test ekipmanlarının kalibrasyon, tedarik yönetimi, eğitimler ve birinci, ikinci ve üçüncü taraf denetimleri maliyetlerinden oluşmaktadır. Çalışmalar sonucu toplam önleme maliyeti 36.666,06 TL olup, toplam kalite maliyetinin %60,61 dilimini oluşturmaktadır.

- **Yönetim Sistemi Gözden Geçirmesi ve Tasarım Doğrulaması**

Eş zamanlı mühendislik uygulamasının devamlılığını kontrol etmek ve ISO 9001, 14001 ve 18001 yönetim sistemlerinin etkinliğini gözden geçirmek adına ve A, B ve C sistemlerinin tasarımının doğrulaması faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Bu faaliyetlerin maliyeti Eşitlik 9' da gösterildiği gibi hesaplanmış olup, oluşan toplam maliyet (YSGGTD) 1.050, TL' dir.

$$YSGGTD = YGG \text{ Süresi} \times \text{Adam Saat Ücreti} \times \text{Kişi Sayısı} \quad (3.8)$$

- **Tasarım Dönemleri Gözden Geçirmesi**

Tasarım döneminin Ek-1 Proje Takviminde görüldüğü üzere iki aşaması mevcuttur. Bunlar Ön tasarım gözden geçirmesi ve kritik tasarım gözden geçirmesidir. Bu iki aşamanın gözden geçirme maliyetinin hesaplanması eşitlik 10' da gösterildiği gibi gerçekleştirilmiş olup, toplam tasarım dönemleri gözden geçirme maliyeti (TDGG) 6.720,00 TL' dir.

$$TDGG = \left( \text{Kişi Sayısı} \times \text{Adam Saat Ücreti} \times \text{Ön Tasarım Gözden Geçirme Gün Sayısı} \right) + \left( \text{Kişi Sayısı} \times \text{Adam Saat Ücreti} \times \text{Kritik Tasarım Gözden Geçirme Gün Sayısı} \right) \quad (3.9)$$

*Gözden Geçirme Gün Sayısı*

- **Ölçüm ve Test Ekipmanlarının Kalibrasyon ve Doğrulaması**

A, B ve C sistemlerinin üretimi sırasında kalite kontrol faaliyetleri sırasında kullanılan ölçüm cihazlarının kalibrasyon maliyeti eşitlik 11' de gösterildiği gibi hesaplanmış olup, toplam ölçüm ve test ekipmanlarının kalibrasyon maliyeti (ÖTEKD) 7.360,86 TL' dir.

*ÖTTEKD*

*= (Kumpas Sayısı x Birim Kumpas Kalibrasyon Maliyeti)*

*+ (Yüzey Pürüzlülüğü Cihazının Kalibrasyon Maliyeti)*

*+ CMM Cihazının Kalibrasyon Maliyeti*

(3.10)

- **Tedarik Yönetimi**

Yüksek kalitede hammadde hizmet tedarikinin alınması için tedarikçi altyüklenici denetimleri gerçekleştirilmiş ve tedarikçi kalifikasyonu sağlanmıştır. Bu faaliyetin, toplam tedarik yönetimi maliyeti 3.560,00 TL' dir.

- **Eğitimler**

Eş zamanlı mühendislik uygulamasını gerçekleştirme için şirket içi ve şirket dışı, personelin farkındalığını artırmak “ Yapısal Analiz”, “CAD/CAM Programlama”, “İletişim Yöntemleri”, “3 Boyutlu ve 2 Boyutlu Modelleme Eğitimi” ve “ Geometrik Boyutlandırma ve Toleranslandırma” ve “Eş Zamanlı Mühendislik Kavramı ve Amaçları” eğitimleri gerçekleştirilmiştir. Bu eğitimlerin maliyeti toplam 6 950,00TL' dir.

- **Danışmanlık**

Eş zamanlı mühendislik uygulaması için reorganizasyon faaliyeti danışman firma ile gerçekleştirilmiş olup, bu kapsamda tüm görev tanımları revize edilerek yeniden oluşturulmuş olup yeni bir organizasyon şeması yayınlanmıştır. Tüm bu çalışmaların şirkete maliyeti 6 000TL olmuştur.

**Ölçme ve Değerlendirme Maliyeti:**

Ölçme ve Değerlendirme maliyetleri tezgahtan çıkan ilk ürün doğrulaması, giriş kalite kontrol faaliyetleri, ara operasyon kontrolleri, son operasyon kontrolleri ve kayıtların saklanması faaliyetlerinden oluşmakta olup faaliyetlere ait detaylı bilgi aşağıda verilmiştir. Toplam ölçme ve doğrulama maliyeti 13.465,00 TL olup, bu maliyet kalemi toplam kalite maliyetinin %22.06 dilimini kapsamaktadır.

- **Tezgâhtan Çıkan İlk Ürün Doğrulaması**

A, B ve C sistemlerine ait tüm kafilelerin üretimlerinde tüm tezgâhtan çıkan ilk ürünler kontrol edilmiştir. Eşitlik 12' de bu faaliyetin maliyetinin hesaplanma yöntemi tanımlanmış olup, toplan tezgâhtan çıkan ilk ürün doğrulaması maliyeti(TÇİÜD) 1.965,00 TL' dir.

$$TÇİÜD = \text{Üretilen Parça Sayısı} \times \text{Ölçüm Süresi} \times \text{Ölçüm Yapan Personelin Adam Saat Ücreti} \quad (3.11)$$

- **Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri**

A, B ve C sistemlerine ait tüm hammadde, hazır ürün ve dış operaysona tabi parçalara giriş kalite kontrol faaliyeti uygulanmıştır. Bu faaliyetin maliyet hesabı için eşitlik 13' de gösterilen hesaplama metodu kullanılmış olup, toplam giriş kalite kontrol maliyeti(GKKF) 1.963,00 TL' dir.

$$GKKF = \text{Giriş Kalite Kontrol Yapılan Kalem Sayısı} \times \text{Giriş Kalite Kontrol Faaliyeti Süresi} \times \text{Giriş Kalite Kontrol Yapan Personelin Adam Saat Ücreti} \quad (3.12)$$

- **Ara Operasyon Kontrolleri**

A, B ve C sistemlerine ait parçaların ara kontrol faaliyetleri numunelendirme metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Bu faaliyetin maliyet hesabı için eşitlik 14' de gösterilen hesaplama metodu kullanılmış olup, toplam giriş kalite kontrol maliyeti(AOK) 3.928,00 TL dir.



$$\begin{aligned}
AOK &= \text{Ara Kontrol Yapılan Parça Sayısı} \times \text{Ara} \\
&\text{Kontrol Faaliyeti Süresi} \times \text{Ara Kontrol Faaliyeti} \\
&\text{Gerçekleştiren Personelin Adam Saat Ücreti}
\end{aligned}
\tag{3.13}$$

- **Son Operasyon Kontrolleri**

A, B ve C sistemlerine ait parçaların son kontrol faaliyetleri numunelendirme metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Bu faaliyetin maliyet hesabı için eşitlik 15' de gösterilen hesaplama metodu kullanılmış olup, toplam giriş kalite kontrol maliyeti(SOK) 4.910,00 TL dir.

$$\begin{aligned}
SOK &= \text{Son Kontrol Yapılan Parça Sayısı} \times \text{Son} \\
&\text{Kontrol Faaliyeti Süresi} \times \text{Son Kontrol Faaliyeti Gerçekleştiren} \\
&\text{Personelin Adam Saat Ücreti}
\end{aligned}
\tag{3.14}$$

- **Kayıtların Kontrolü**

Kayıtların kontrolü kapsamında tüm tasarım çıktısı olan teknik resimler gözden geçirilmiştir. Ayrıca tasarım girdi dokümanlarının oluşturulması üretim hazırlık dokümanlarının oluşturulması kapsamında kayıtlar kontrol edilmiştir. Bu kayıtların kontrol maliyetinin hesaplanma metodu aşağıda tanımlanmış olup toplam maliyet(KK) 700 TL' dir.

$$\begin{aligned}
KK &= \text{Adam Saat Maliyeti} \times \\
&\text{Kişi Sayısı} \times \text{Süren Gün}
\end{aligned}
\tag{3.15}$$

## Başarısızlık Maliyeti

Başarısızlık maliyeti iç başarısızlık ve dış başarısızlık maliyetlerinden oluşmuştur. Toplam başarısızlık maliyeti 10.367,50 TL olup, toplam kalite maliyetinin %17,34 dilimini oluşturmuştur.

## İç Başarısızlık Maliyetleri

İç başarısızlık maliyetleri hurda maliyetleri, yeniden işleme ve tamir maliyetleri, istenilen hedeflere ulaşmak için yapılan tekrar maliyetleri, hatalı giriş kalite Kontrol Faaliyetleri ve satın alma başarısızlık maliyetleridir. Bu maliyetlerin detayları aşağıda verilmiştir.

### • Hurda Maliyeti

Hurda Maliyeti toplam A sisteminin kapsadığı 280 parçadan 6 parçada, toplam B sisteminin kapsadığı 300 adet parçadan 5 parçada ve C sistemine ait 402 parçadan 9 adet parça iyileştirme yapılamayacak şekilde üretildiğinden hurda edilmiştir. Toplam hurda maliyeti 4.815,00 TL olup, detay maliyet Çizelge 15' de verilmiştir.

Çizelge 15 Hurda Maliyet Tablosu

	A Sistemi	B Sistemi	C Sistemi
	6 Adet Parça İçin	5 Adet Parça İçin	9 Adet Parça İçin
İşleme Maliyeti	600,00 TL	410,00 TL	855,00 TL
Kaplama ve Boya Maliyeti:	390,00 TL	360,00 TL	250,00 TL
Ölçüm Maliyeti	225,00 TL	187,50 TL	337,50 TL
İşçilik Maliyeti	400,00 TL	400,00 TL	400,00 TL
Toplam Maliyet	1.615,00 TL	1.357,50 TL	1.842,50 TL

- **Yeniden İşleme ve Tamir Maliyetleri**

Yeniden işleme ve tamir maliyeti toplam A sisteminin kapsadığı 280 parçadan 8 parçada, toplam B sisteminin kapsadığı 300 adet parçadan 7 parçada ve C sistemine ait 402 parçadan 19 adet parça istenilen ölçüm toleranslarında üretilemediğinden yeniden işleme ve tamir prosesine tabi tutulmuştur. Toplam yeniden işleme ve tamir maliyeti 5.091,50 TL olup, detay maliyet Çizelge16' da verilmiştir.

Çizelge 16 Yeniden İşleme ve Tamir Maliyet Tablosu

	<b>A Sistemi</b>	<b>B Sistemi</b>	<b>C Sistemi</b>
	8 Adet Parça İçin	7 Adet Parça İçin	19 Adet Parça İçin
İşleme Maliyeti	656,00 TL	392,00 TL	988,00 TL
Kaplama ve Boya Maliyeti:	272,00 TL	308,00 TL	608,00 TL
Ölçüm Maliyeti	180,00 TL	150,00 TL	337,50 TL
İşçilik Maliyeti	400,00 TL	400,00 TL	400,00 TL
Toplam Maliyet	1.508,00 TL	1.250,00 TL	2.333,50 TL

- **İstenilen Hedeflere Ulaşmak İçin Yapılan Tekrar Maliyeti**

Bu amaç için doğan herhangi bir maliyet yoktur.

- **Hatalı Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri**

Yapılan hatalı giriş kalite kontrol faaliyetlerinden doğan maliyetler eşitlik 17' de ifade edildiği gibi hesaplanmış olup, toplam hatalı giriş kalite kontrol faaliyetlerinin maliyeti(HGKKF) 461 TL' dir.

*HGKKF = Hatalı Giriş Kalite Yapılan Parça Sayısı*

*Harcanan İş Gücü Saatix Harcanan İş Gücü için Personelin* (3.16)

*Harcadığı Adam Saat Ücreti*

- **Satın Alma Başarısızlığı**

Bu amaç için doğan herhangi bir maliyet yoktur.

### **Dış Başarısızlık Maliyeti**

Dış başarısızlık maliyetleri, müşteri şikayeti, termin süresinin aşılmasından doğan maliyetler, garanti ve iade edilen ürün maliyetleri olup aşağıda detayları açıklanmıştır.

- **Müşteri Şikâyeti**

Müşteriye sevk edilen ürün ile ilgili herhangi bir geri dönüş ve de sistemde bir problem teşhis edilememiştir. Dolayısıyla herhangi bir maliyet oluşturmamıştır.

- **Termin Süresinin Aşılmasından Doğan Maliyetler**

Proje zamanında teslim edildiğinden herhangi bir maliyet oluşmamıştır.

- **Garanti**

Garanti kapsamında herhangi bir maliyet oluşmamıştır.

- **İade Edilen Ürün**

İade edilen herhangi bir ürün mevcut değildir. Dolayısıyla, herhangi bir maliyet oluşturmamıştır.

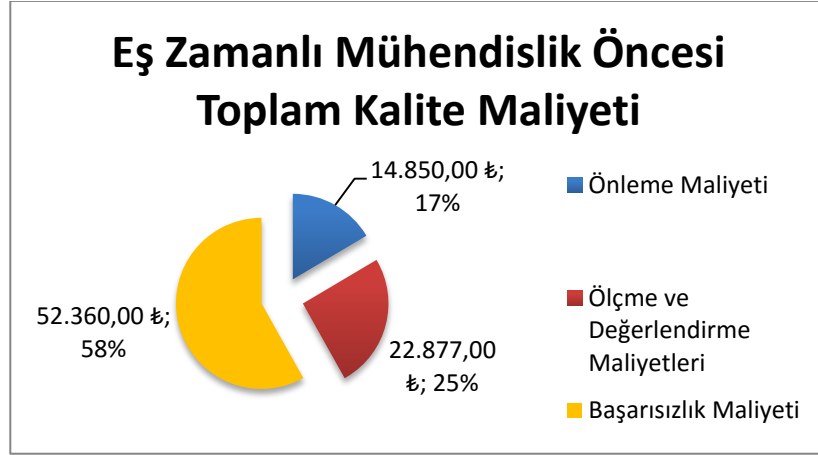
Sonuç olarak eş zamanlı mühendislik uygulaması ile A.B ve C sistemlerinin toplam kalite maliyet raporu Çizelge 17' de gösterilmiştir. Ayrıca Çizelge 17'de toplam kalite maliyetlerinin toplam gelir içindeki yüzdesi verilmiştir.

Çizelge 17 A, B ve C Sistemleri Kalite Maliyet Raporu

<b>Eş Zamanlı Mühendislik Uygulaması Sonucu Kalite Maliyet Raporu</b>						
		A Sistemi	B Sistemi	C Sistemi	Toplam Maliyet	Toplam Kalite Maliyetine Oranı
1.	Önleme Maliyeti				36.666,06 ₺	61,32%
1.2.	Yönetimin Gözden Geçirmesi ve Tasarım Doğrulaması				1.050,00 ₺	
1.3.	Tasarım Dönemleri Gözden Geçirmesi				6.720,00 ₺	
1.4.	Ölçüm ve Test Ekipmanlarının Kalibrasyonu				7.360,86 ₺	
1.5.	Tedarik Yönetimi				3.560,00 ₺	
1.6.	Eğitimler				6.950,00 ₺	
1.7.	Birinci, İkinci ve Üçüncü Taraf Denetimleri				5.025,20 ₺	
	Danışmanlık				6.000,00 ₺	
2	Ölçme ve Değerlendirme Maliyetleri				12.765,00 ₺	21,35%
2.1.	Tezgahtan Çıkan İlk Ürün Doğrulaması	560,00 ₺	600,00 ₺	804,00 ₺	1.964,00 ₺	
2.2.	Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri	582,00 ₺	623,00 ₺	758,00 ₺	1.963,00 ₺	
2.3.	Ara Operasyon Kontrolleri	1.120,00 ₺	1.200,00 ₺	1.608,00 ₺	3.928,00 ₺	
2.4.	Son Operasyon Kontrolleri	1.400,00 ₺	1.500,00 ₺	2.010,00 ₺	4.910,00 ₺	
2.6.	Kayıtların Saklanması					
3	Başarısızlık Maliyeti				10.367,50 ₺	17,34%
3.1.	Dış Başarısızlık Maliyeti				0,00 ₺	
3.1.1.	Müşteri Şikâyeti	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	
3.1.2.	Termin Süresinin Aşılmasından Doğan Maliyetler	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	
3.1.3.	Garanti	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	
3.1.4.	İade Edilen Ürün	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	
3.2.	İç Başarısızlık Maliyeti				10.367,50 ₺	
3.2.1.	Hurda Maliyeti	1.615,00 ₺	1.357,50 ₺	1.842,50 ₺	4.815,00 ₺	
3.2.2.	Yeniden İşleme ve Tamir Maliyeti	1.508,00 ₺	1.250,00 ₺	2.333,50 ₺	5.091,50 ₺	
3.2.3.	İstenilen Hedeflere Ulaşmak için Yapılan Tekrar Maliyeti	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	
3.2.4.	Hatalı Giriş Kalite Kontrol Faaliyetleri	280,00 ₺	125,00 ₺	56,00 ₺	461,00 ₺	
3.2.5.	Satın Alma Başarısızlığı	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	0,00 ₺	
Eş Zamanlı Mühendislik Uygulaması ile Toplam Kalite Maliyeti						59.798,56 ₺
Eş Zamanlı Mühendislik Uygulaması Öncesi Toplam Kalite Maliyeti						90.087,00 ₺

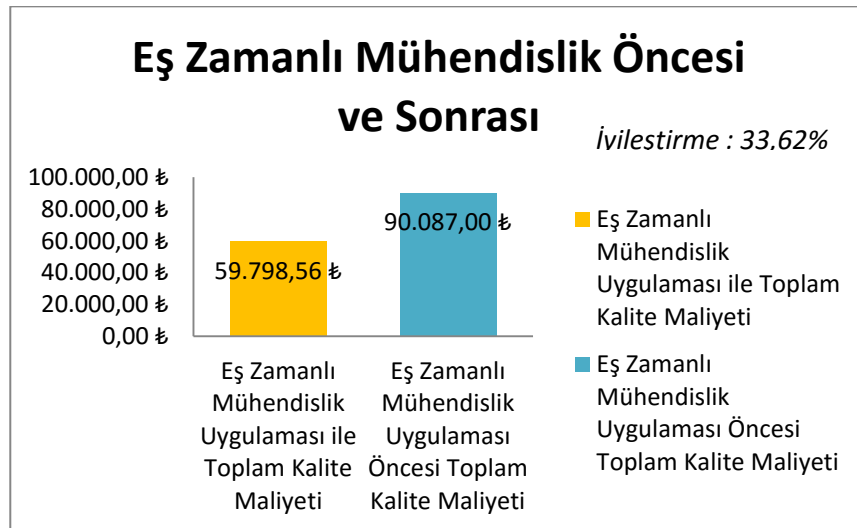
### 3.4.2.1 Eş zamanlı mühendislik öncesi ve sonrası kalite maliyeti kıyaslaması

Eş Zamanlı Mühendislik Uygulaması öncesinde Bölüm 3.5.1 tanımlanan maliyetler dikkate alındığından Şekil 33' de gösterildiği gibi toplam kalite maliyeti 90.087,00 TL' idi.



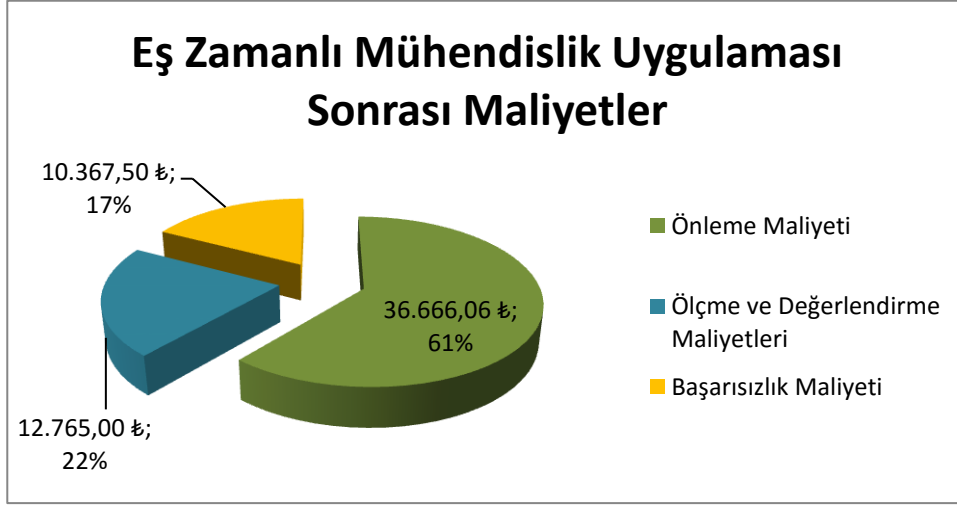
Şekil 33 Eş Zamanlı Mühendislik Öncesi Toplam Kalite Maliyeti

Eş zamanlı Mühendislik Uygulaması sonrasında toplam kalite maliyeti Çizelge 17'de de detayları görüleceği üzere 59.798,56 TL hesaplanmış olup, uygulama sonucunda Şekil 34' de gösterildiği gibi %33,62 oranında iyileştirme sağlanmıştır.



Şekil 34 Eş Zamanlı Uygulaması Sonrası Maliyetler

Uygulama sonrası maliyetler dikkate alındığında Şekil 35’ de de görüldüğü gibi önleme faaliyetlerinin üzerinde durulması başarısızlık maliyetlerini büyük ölçüde azaltmıştır.



Şekil 35 Eş Zamanlı Mühendislik Öncesi ve Sonrası Maliyet Kıyaslaması

#### 4. SONUÇLAR

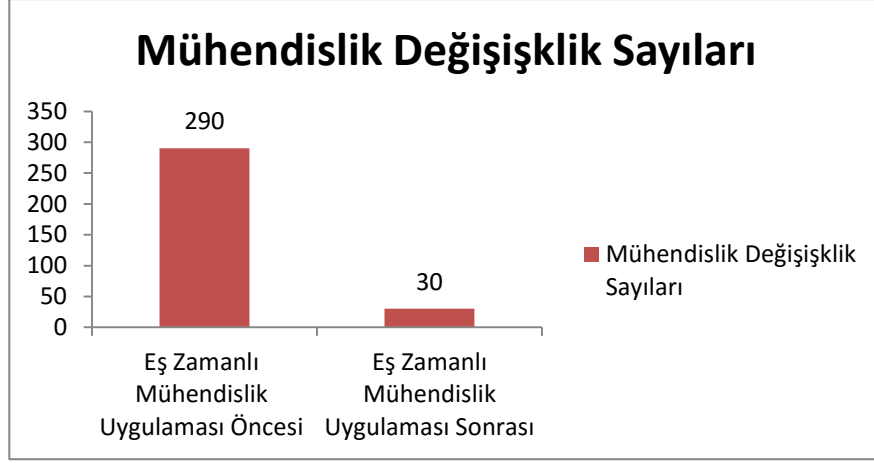
A, B ve C sistemlerine eş zamanlı mühendislik uygulaması sonucunda gözden geçirme sürelerinin üzerinde durulması, tasarım dokümantasyonunun ve tasarım çıktılarının (teknik resimlerin) üretilebilirlik açısından analizleri gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen Kalite Fonksiyon Göçerimi çalışması sayesinde gerçekleştirilen tasarım & geliştirme faaliyetlerinde birimlerin fonksiyonel hız ve ivme, 0, 11 Ön, 11 Arka, 8x8 Çapraz Açılarda Çalışma ve -35°C, -25°C, +65°C,+55°C sıcaklığında çalışma teknik isterlerinin kritik teknik gereksinimler olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ardından tasarım çalışmaları isterler üzerinde odaklanılarak gerçekleştirilmiş olup, doğabilecek mühendislik değişiklikleri minimize edilmiştir. Ek olarak, tanımlanan kritik isterler sistem mekanizmasının anahtar özellikleri olduğundan mekanizmanın verimli çalışabilirliğini artırmıştır.

Bu sisteme çok benzeyen 2013 yılında gerçekleştirilen ve tasarım faaliyetleri ile üretilebilirlik açısından benzer zorluğa sahip başka bir proje ile (bu projede eş zamanlı mühendislik uygulaması gerçekleştirilmemiştir) A, B ve C sistemleri kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucunda eş zamanlı mühendislik yaklaşımının uygulandığı A, B, C sistemlerinde özellikle mühendislik değişikliği taleplerinde önemli ölçüde azalma gerçekleştiği görülmektedir. Bunun ile ilgili görsel şema Şekil 35'de verilmektedir.

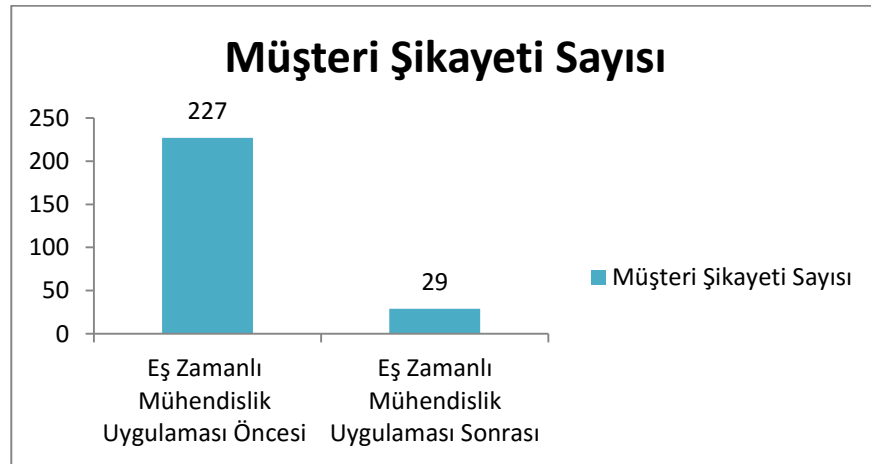
Ayrıca Bölüm 3.4.2.' de ifade dildiği gibi kalite maliyetlerinde % 33,62 oranında azalma mevcut olup, bu proje kapsamında tekrar müşteri memnuniyeti anketi ve müşteri ziyaretleri ile müşteri memnuniyeti ölçülmüştür.





Şekil 36 2013 ve 2015 Mühendislik Değişiklik İsteği Dağılımı

2014 yılında müşteri memnuniyeti analizleri sonuçlarına bakıldığında A,B ve C sistemleri müşterisinin memnuniyeti %71 iken, eş zamanlı mühendislik uygulaması sonucunda müşteri istek ve beklentilerine önem verilmesi, tasarım kalite ve üretim kalite faaliyetlerinin verimliliğinin artırılması, toplam ürün tamamlama sürelerinin azaltılması ve müşteri gözünde en önemli girdi olan zamanında teslimatın gerçekleştirilmesinin eş zamanlı mühendislik çalışması ile sağlanmasından dolayı memnuniyet oranı %86'ya yükselmiştir. Ayrıca müşteri şikâyetleri oranında da Şekil 36' de görüldüğü gibi ciddi iyileştirmeler meydana gelmiştir.



Şekil 36 Müşteri Şikâyeti Analizi

Sonuç olarak eş zamanlı mühendislik yaklaşımı Akana Mühendislik firmasında yaklaşık 1 senedir yürütölüp tamamlanmıştır. Bu süreç sonunda ISO 9001:2008, AS 9100:Rev C ve genel yaklaşım olan Toplam Kalite Yönetimi felsefeleri eş zamanlı mühendislik yaklaşımı ile zenginleştirilmiştir. Dolayısı ile şirket bütününde;

- Organizasyonel bütünlük sağlanması
- Kalite maliyetlerinin minimize edilmesi
- Tasarım ve üretim iş birliğinin sağlanması
- Toplam ürün gerçekleştirme sürelerinin azaltılması
- Zamanında teslimat

hedeflerinin başarı ile gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bu yaklaşım sayesinde elde edilen kazanımları değerlendiren firma yönetimi tüm projelerinde eş zamanlı mühendislik yaklaşımı kullanmaya karar vermiştir. Bu amaç için eş zamanlı mühendislik süreci hazırlanıp, tasarım prosedürü içinde tanımlanarak ISO 9001 ve AS 9100 Yönetim Sistemi süreçlerine dâhil edilerek sisteme alınmıştır. Bu akış Şeması Ek-3' de mevcuttur.

## KAYNAKLAR LİSTESİ

- [1] Yun Li u, Onur Hisarciklilar Vincent Thomson and Nadia Bhuiya(2015) “A study of overlapping and functional interaction mechanisms for concurrent engineering processes
- [2] Siti Mahfuzah Mohamad Ahmad Razlan Yusoff ( 2013) “Improvement of Take-Away Water Cup Design by Using Concurrent Engineering Approach
- [3] Biran Prasad (2013), “An Analogy--Sequential versus Concurrent Engineering”
- [4] Ganagambegai, Shanmugam (2012), “Managing Concurrent Engineering In Malaysian Small Medium Enterprises”
- [5] T. P. Tsai H. C. Yang and P. H. Liao (2011) “The Application of Concurrent Engineering in the Installation of Foam Fire Extinguishing Piping System”
- [6] R. Addo Tenkorang “Concurrent Engineering ( CE) : A Review Literature Report” Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2011 Vol II WCES 2011, October 19-21,2011 San Francisco, USA
- [7] Dag Raudberget( 2010), Practical Applications of Set-Based Concurrent Engineering in Industry
- [8] Susan M. Bogus, M.ASCE Keith R. Molenaar, A.M.ASCE and James E. Diekmann, M.ASCE ( 2005) “Concurrent Engineering A2pproach to Reducing Design Delivery Time”
- [9] Ali Yassine and Dan Braha (2003), “Complex Concurrent Engineering and the Design Structure Matrix Method”
- [10] Lai – Kow Chan, Ming Lu Wu ( 2002), “Quality Function Deployment: A Literature Review”
- [11] Marko Starberk, Janez Grum( 2001), “ Concurrent Engineering in Small Company”
- [12] Xenophon Koufteros Mark Vonderembse William Doll ( 2000) “Concurrent engineering and its consequences”
- [13] Biren Prasad (1999), CE Requires a Strong Foundation for Enterprise Collaboration throughout a Product Life-Cycle in the Twentieth Century”
- [14] M. Bandecchi& B. Melton, Fç Ongaro(1999), “Concurrent Engineering Applied to Space Mission Assessment and Design”
- [15] Dr Kulwant S Pawar & Helen Driva, and Dr Klaus-Dieter Thoben, Dr Roland Oehlmann & Fritjhof Weber ( 1996) Concurrent Engineering From Concept to Implementation

## **EKLER LİSTESİ**

EK-1 Proje Takvimi

EK-2 Güncellenen Görev Tanımları

EK-3 Tasarım Ve Geliştirme Süreci

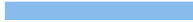




















Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15 19	06	02 Mar '15 24	14
1		Teklif Çalışması	14 gün	Pzt 16.02.15	Per 05.03.15				
2		Sözleşme İmzalanması	1 gün	Çar 18.03.15	Çar 18.03.15				
3		<b>Kalite Fonksiyon Göçerimi Çalışması</b>	<b>9 gün</b>	<b>Cum 06.03.15</b>	<b>Çar 18.03.15</b>				
4		Hedef Tüketici Özelliklerinin ve Rakip Ürünlerinin Belirlenmesi	1 gün	Cum 06.03.15	Cum 06.03.15				
5		Tüketici İhtiyaçlarının Belirlenmesi	2 gün	Pzt 09.03.15	Sal 10.03.15				
6		Tüketici İhtiyaçlarının Gruplanması	1 gün	Çar 11.03.15	Çar 11.03.15				
7		Müşteri Algılaması Analizi	2 gün	Çar 11.03.15	Per 12.03.15				
8		Teknik Özelliklerin Belirlenmesi	2 gün	Pzt 09.03.15	Sal 10.03.15				
9		İlişkilerin Belirlenmesi ya da Korelasyon Matrisi	1 gün	Çar 11.03.15	Çar 11.03.15				
10		Teknik İhtiyaçların Mutlak ve Bağıl Önem Değerlerinin Hesaplanması	1 gün	Per 12.03.15	Per 12.03.15				

EK-1 PROJE TAKVİMİ

Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması				

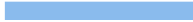




















Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15	06	02 Mar '15	14
11		Teknik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi ya da Korelasyonlar	3 gün	Cum 13.03.15	Sal 17.03.15				
12		Rakiplerle Karşılaştırma ve Hedeflerin Belirlenmesi	1 gün	Çar 18.03.15	Çar 18.03.15				
13		<b>Planlama Yapılması</b>	<b>5 gün</b>	<b>Per 19.03.15</b>	<b>Çar 25.03.15</b>				
14		Proje Planının Hazırlanması	3 gün	Per 19.03.15	Pzt 23.03.15				
15		Kalite Yönetim Planının Hazırlanması	3 gün	Per 19.03.15	Pzt 23.03.15				
16		Konfigürasyon Yönetim Planının Hazırlanması	4 gün	Per 19.03.15	Sal 24.03.15				
17		Risk Analizlerinin Yapılması	5 gün	Per 19.03.15	Çar 25.03.15				
18		Tasarım Geliştirme Planının Yapılması	5 gün	Per 19.03.15	Çar 25.03.15				
19		Proje Beraatının Hazırlanması ve Şirket İçi Duyurunun Yapılması	1 gün	Sal 24.03.15	Sal 24.03.15				
20		Kavramsal Gelişim Çalışması	20 gün	Per 19.03.15	Çar 15.04.15				

EK-1 PROJE TAKVİMİ

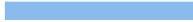




















<p>Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN</p> <p>Tarih: Cum 29.01.16</p>	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			

Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15	06	02 Mar '15	14
21		Literatür Çalışmasının Yapılması	7 gün	Per 26.03.15	Cum 03.04.15				
22		Benchmark Çalışması	2 gün	Pzt 06.04.15	Sal 07.04.15				
23		Risk Analizlerinin Yapılması	7 gün	Per 19.03.15	Cum 27.03.15				
24		Kavramsal Modellerin Oluşturulması	4 gün	Çar 08.04.15	Pzt 13.04.15				
25		<b>Ön Tasarım Faaliyetleri Çalışmaları</b>	<b>127 gün</b>	<b>Per 19.03.15</b>	<b>Cum 11.09.15</b>				
26		A Sistemi İçin İlk boyutlandırma Çalışması	50 gün	Per 19.03.15	Çar 27.05.15				
27		B Sistemi İçin İlk boyutlandırma Çalışması	50 gün	Per 19.03.15	Çar 27.05.15				
28		C Sistemi İçin İlk boyutlandırma Çalışması	60 gün	Per 19.03.15	Çar 10.06.15				
29		Basit Yapısal Analizler	10 gün	Per 28.05.15	Çar 10.06.15				
30		Konsept Tasarımlar	10 gün	Per 11.06.15	Çar 24.06.15				

EK-1 PROJE TAKVİMİ

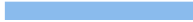




















Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			

Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15		02 Mar '15	
						19	06	24	14
31		Ön Prototipler	17 gün	Per 25.06.15	Cum 17.07.15				
32		Tasarım Girdilerinin Gözden Geçirilmesi	20 gün	Per 25.06.15	Çar 22.07.15				
33		Tasarım Girdi Dokümanlarını(TGD) Oluşturulması	7 gün	Per 25.06.15	Cum 03.07.15				
34		Üretilebilirlik Çalışması	40 gün	Pzt 20.07.15	Cum 11.09.15				
35		<b>Kritik Tasarım Faaliyeti Çalışmaları</b>	<b>24 gün</b>	<b>Per 23.07.15</b>	<b>Sal 25.08.15</b>				
36		Son Boyutlandırma Çalışması	20 gün	Per 23.07.15	Çar 19.08.15				
37		Detaylı Yapısal analiz Çalışmaları	15 gün	Per 23.07.15	Çar 12.08.15				
38		Teknik Resimlerin Ouşturulması	14 gün	Per 23.07.15	Sal 11.08.15				
39		Nihai Haldeli Prototip oluşturılması	5 gün	Çar 12.08.15	Sal 18.08.15				
40		Monte ve İmal Edilebilme Çalışmaları	5 gün	Çar 19.08.15	Sal 25.08.15				

Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özet Toplaması			



Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15		02 Mar '15	
						19	06	24	14
41		Kritik Tasarım Gözden Geçirme Sonuçlarının Değerlendirilmesi	2 gün	Per 23.07.15	Cum 24.07.15				
42		Doğrulama ve Geçerli Kılma Çalışmaları	9 gün	Per 23.07.15	Sal 04.08.15				
43		Tasarım Girdilerinin Çıktılarını Karşılması Kontrolü	7 gün	Per 23.07.15	Cum 31.07.15				
44		Konfigürasyon Birimlerinin Oluşturulması	2 gün	Pzt 03.08.15	Sal 04.08.15				
45		Geçerli Kılma Faaliyetleri	21 gün	Pzt 03.08.15	Pzt 31.08.15				
46		Teknik Resimlerin Gözden Geçirilmesi ve Onaylanması	7 gün	Pzt 03.08.15	Sal 11.08.15				
47		Konfigürasyon Değişikliklerinin Yapılması	3 gün	Pzt 03.08.15	Çar 05.08.15				
48		Fonksiyonel Konfigürasyon Tetkiklerinin Yapılması	4 gün	Sal 01.09.15	Cum 04.09.15				
49		Fiziksel Konfigürasyon Tetkiklerinin Yapılması	4 gün	Sal 01.09.15	Cum 04.09.15				
50		Donanım Test Raporlarının Oluşturulması	3 gün	Pzt 07.09.15	Çar 09.09.15				

Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			

Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15		02 Mar '15	
						19	06	24	14
51		Üretim Dokümanlarının Oluşturulması	14 gün	Çar 12.08.15	Pzt 31.08.15				
52		Üretim Akış Şemalarının Oluşturulması	7 gün	Çar 12.08.15	Per 20.08.15				
53		İş emirlerinin Oluşturulması	10 gün	Çar 12.08.15	Sal 25.08.15				
54		CAM/CAD Dosyalarının Oluşturulması	10 gün	Çar 12.08.15	Sal 25.08.15				
55		Üretim Yöntem Dokümanlarının Oluşturulması	7 gün	Çar 12.08.15	Per 20.08.15				
56		Montaj Talimatlarının Hazırlanması	7 gün	Çar 12.08.15	Per 20.08.15				
57		Üretimin Gerçekleştirilmesi	40 gün	Çar 12.08.15	Sal 06.10.15				
58		Montaj Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi	12 gün	Çar 07.10.15	Per 22.10.15				
59		Entegrasyon Faaliyetlerinin Yapılması	6 gün	Cum 23.10.15	Cum 30.10.15				
60		Fonksiyonel Testlerin Gerçekleştirilmesi	4 gün	Sal 01.09.15	Cum 04.09.15				

Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			

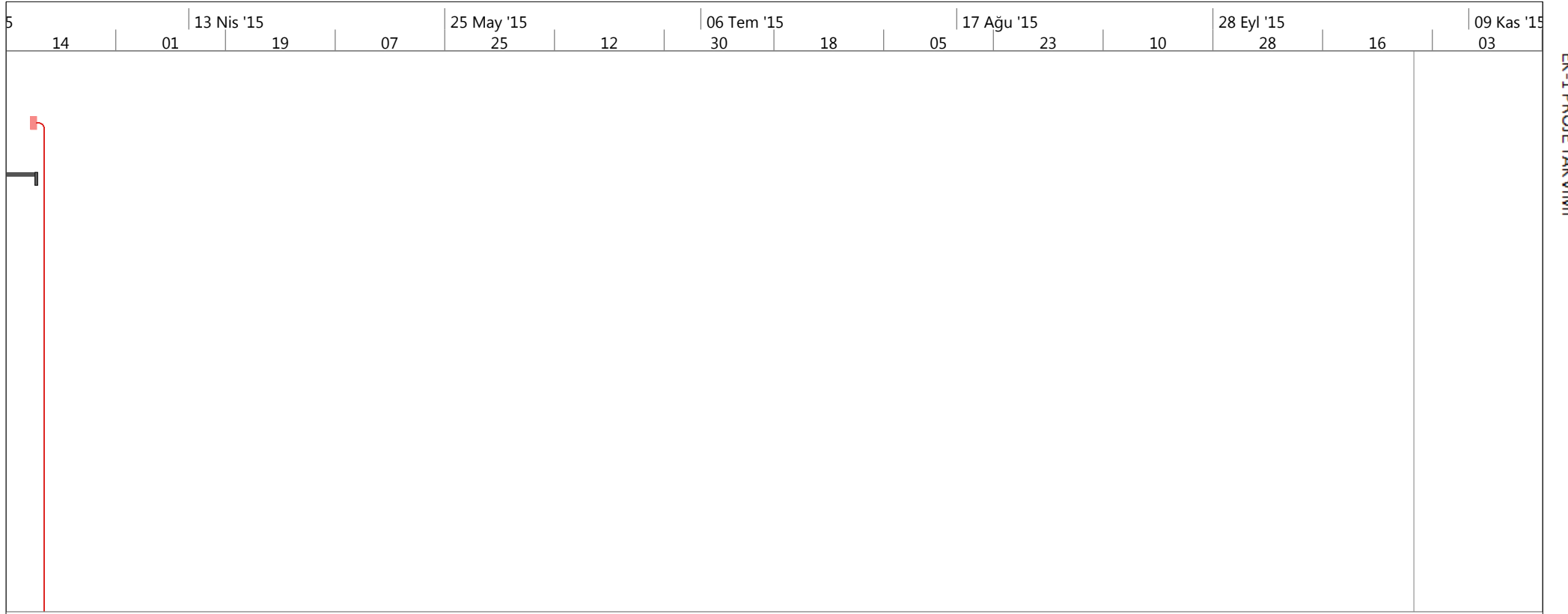
Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15		02 Mar '15	
						19	06	24	14
61		<b>Çevre Koşul Testlerinin Gerçekleştirilmesi</b>	<b>15 gün</b>	<b>Pzt 03.08.15</b>	<b>Cum 21.08.15</b>				
62		Sıcak Testler	1 gün	Pzt 03.08.15	Pzt 03.08.15				
63		Soğuk Testler	1 gün	Sal 04.08.15	Sal 04.08.15				
64		Nem Testi	7 gün	Çar 05.08.15	Per 13.08.15				
65		Titreşim Testi	1 gün	Cum 14.08.15	Cum 14.08.15				
66		Şok Testi	1 gün	Pzt 17.08.15	Pzt 17.08.15				
67		Yağmurlama Testi	1 gün	Sal 18.08.15	Sal 18.08.15				
68		Çevre Koşul Testleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Çevre Koşul Testlerinin Tamamlanması	3 gün	Çar 19.08.15	Cum 21.08.15				
69		Ön Kabul Faaliyeti	2 gün	Sal 01.09.15	Çar 02.09.15				

Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			

Kimlik	Görev Modu	Görev Adı	Süre	Başlangıç	Bitiş	19 Oca '15		02 Mar '15	
						19	06	24	14
70		Geçici Kabul Faaliyeti	2 gün	Çar 19.08.15	Per 20.08.15				
71		Son Kabul Faaliyetleri	2 gün	Cum 21.08.15	Pzt 24.08.15				
72		Ambalaj ve Sevkiyat	2 gün	Sal 25.08.15	Çar 26.08.15				

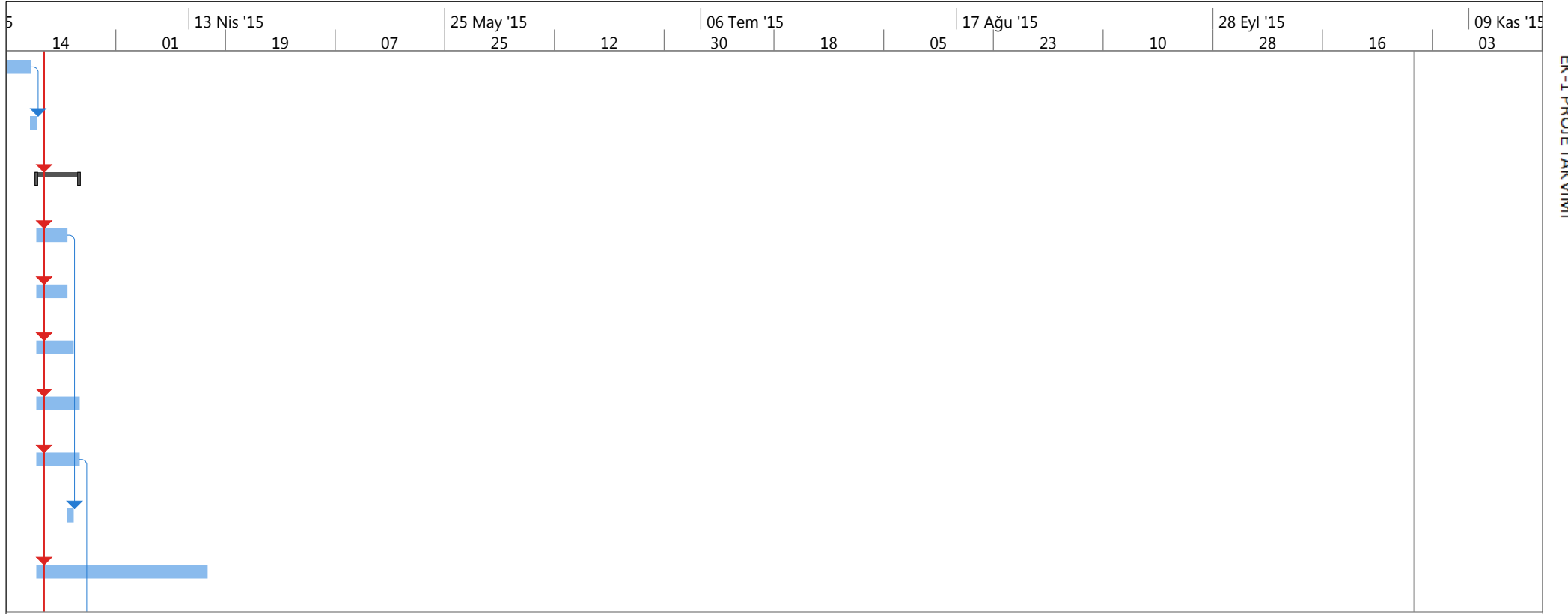
EK-1 PROJE TAKVİMİ

Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			



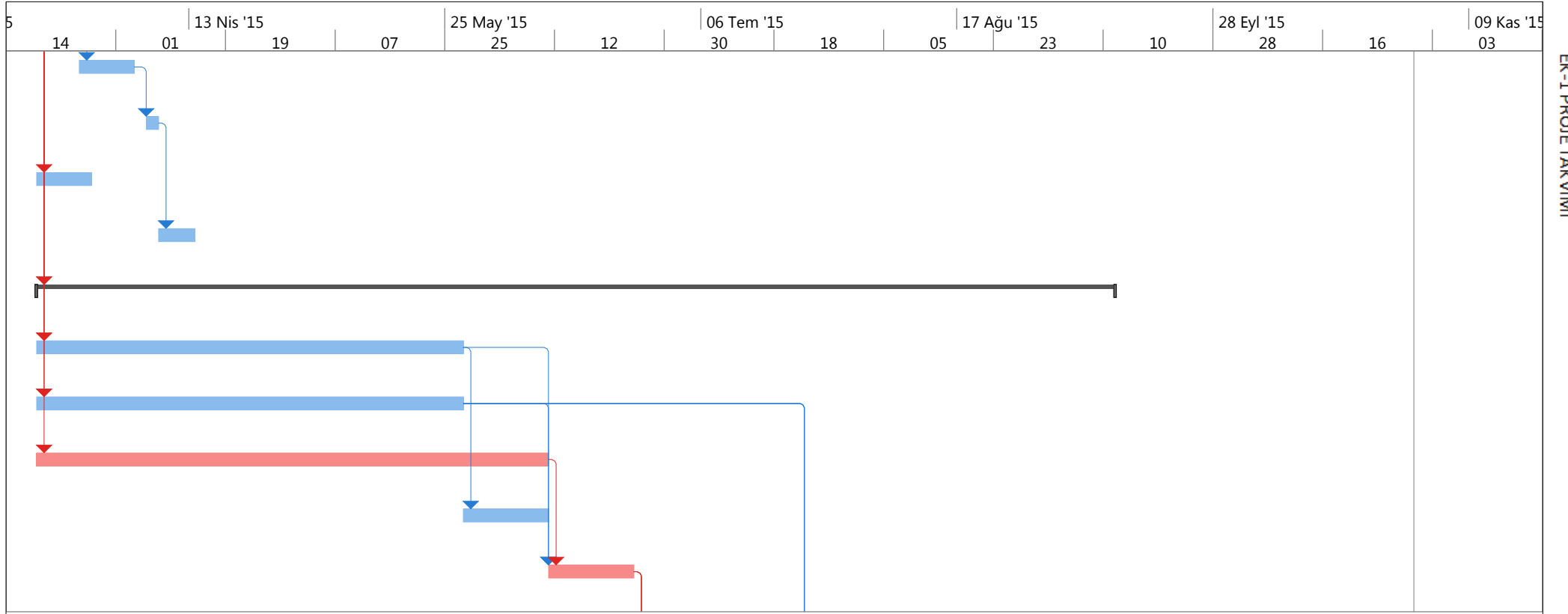
Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN  
Tarih: Cum 29.01.16

Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
Bölme		Yalnızca başlangıç	
Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
Özet		Dış Görevler	
Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			



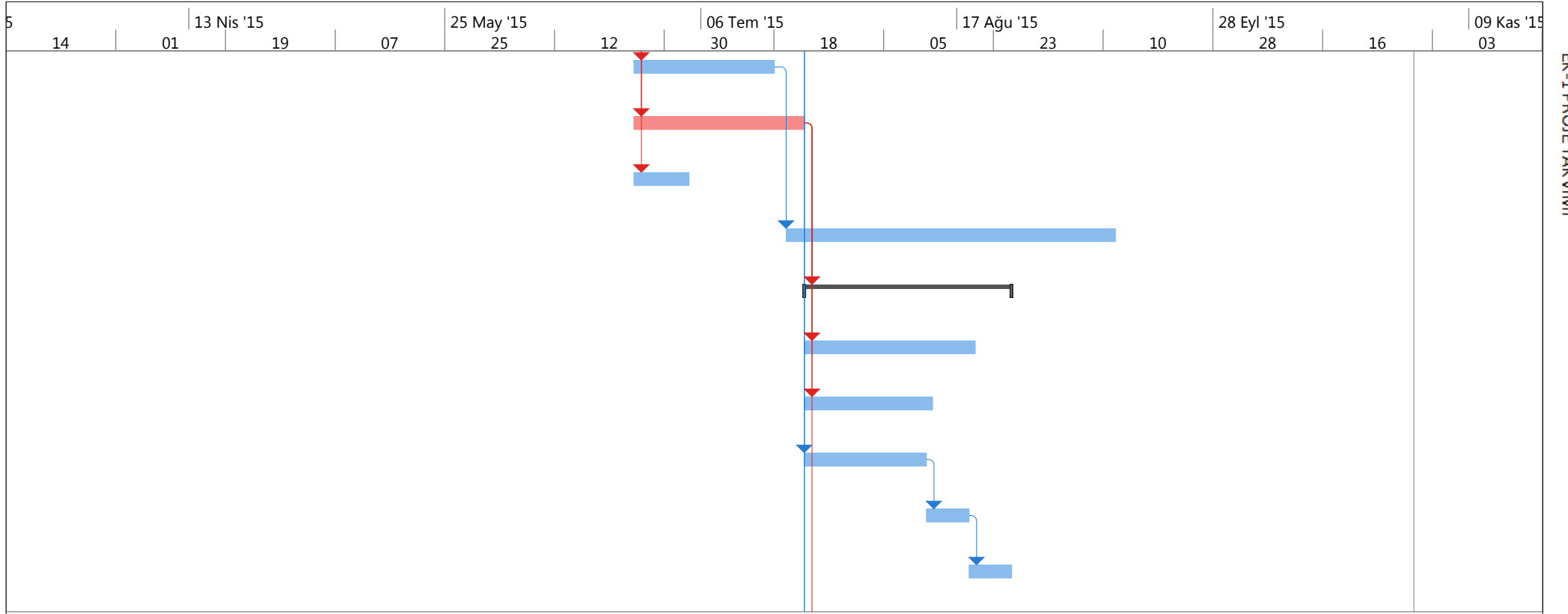
Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN  
Tarih: Cum 29.01.16

Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
Bölme		Yalnızca başlangıç	
Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
Özet		Dış Görevler	
Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			



Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN  
Tarih: Cum 29.01.16

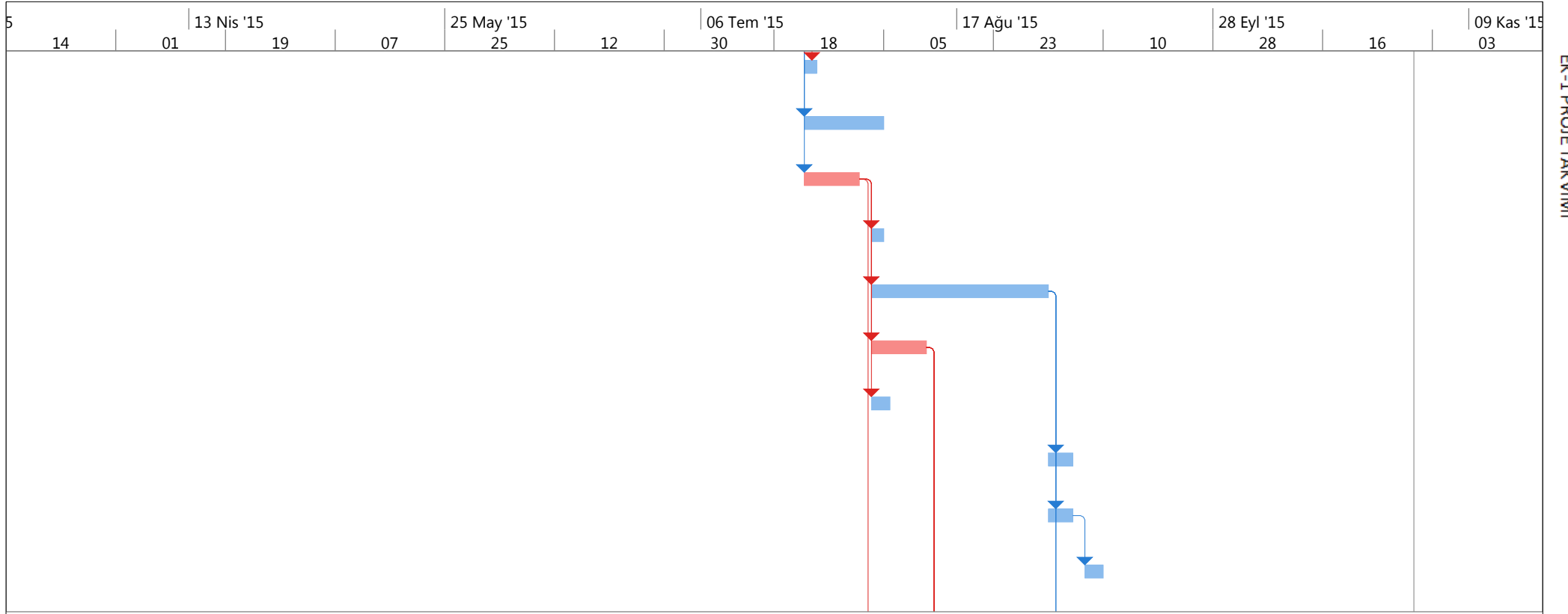
Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
Bölme		Yalnızca başlangıç	
Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
Özet		Dış Görevler	
Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			



Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN  
Tarih: Cum 29.01.16

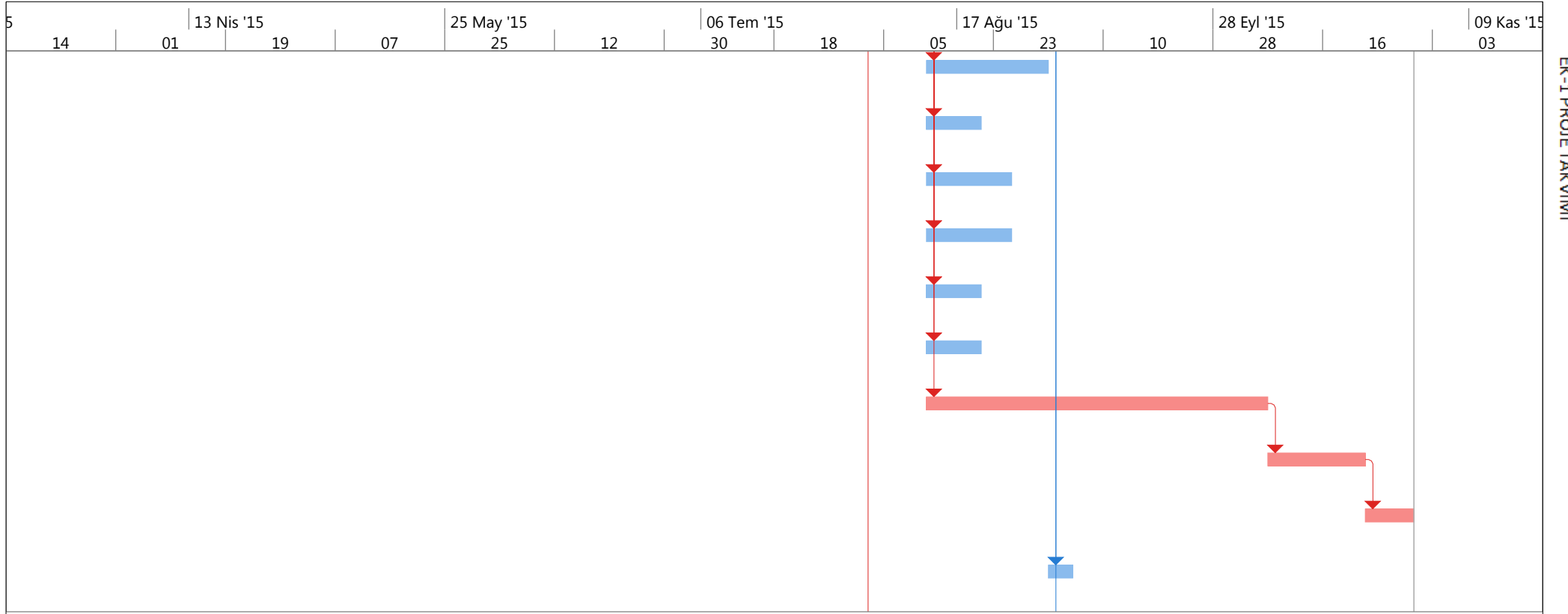
Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
Bölme		Yalnızca başlangıç	
Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
Özet		Dış Görevler	
Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			





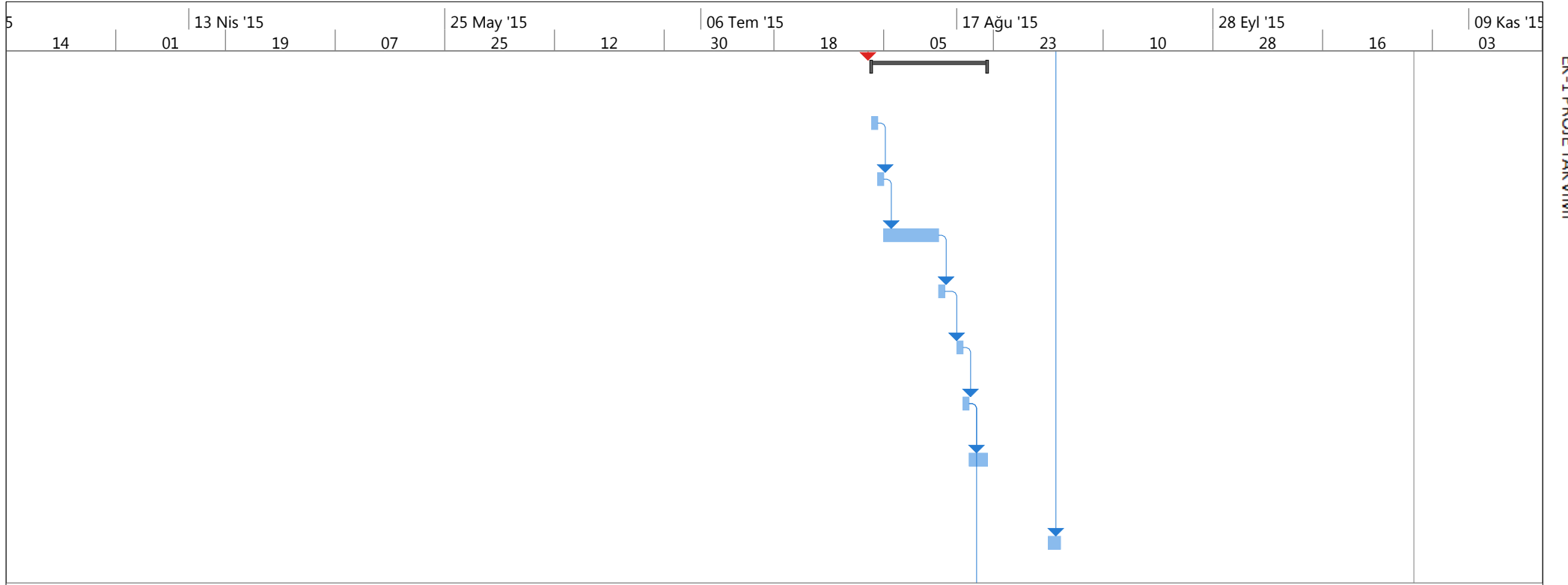
Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN  
Tarih: Cum 29.01.16

Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
Bölme		Yalnızca başlangıç	
Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
Özet		Dış Görevler	
Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			



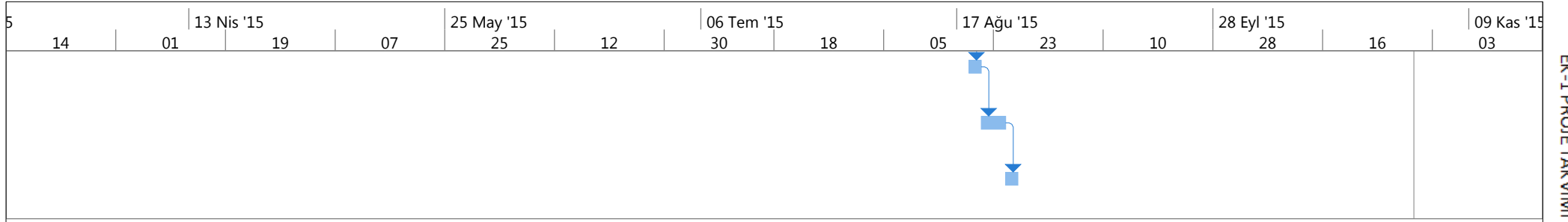
Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN  
Tarih: Cum 29.01.16

Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
Bölme		Yalnızca başlangıç	
Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
Özet		Dış Görevler	
Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			



Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN  
Tarih: Cum 29.01.16

Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
Bölme		Yalnızca başlangıç	
Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
Özet		Dış Görevler	
Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			



EK-1 PROJE TAKVİMİ

Proje: A, B, C SİSTEMLERİ İÇİN Tarih: Cum 29.01.16	Görev		Elle Oluşturulmuş Özet	
	Bölme		Yalnızca başlangıç	
	Kilometre Taşı		Yalnızca Bitiş	
	Özet		Dış Görevler	
	Proje Özeti		Dış Kilometre Taşı	
	Etkin Olmayan Görev		Son Tarih	
	Etkin Olmayan Kilometre Taşı		Kritik	
	Etkin Olmayan özeti		Kritik Bölme	
	Elle Oluşturulmuş Görev		İlerleme	
	Yalnızca Süre		Elle İlerleme	
	Elle Zamanlanmış Görev Özeti Toplaması			

## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

		AKANA MÜHENDİSLİK	
<b>Tanım: Kalite Yöneticisi Görev Tanımı</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-04		30.04.2009	18.06.2015/03

### 1. ÜSTLERİ

Doğrudan Genel Müdür' e bağlıdır.

### 2. ASTLARI

Kalite Kontrol Sorumlusu- Kalite Kontrol Personeli


### 3. BULUNMADIĞI DURUMDA YETKİLİ

Genel Müdür Yardımcısı

### 4. GÖREVLERİ


1. Doğrudan Genel Müdür' e rapor verir.
2. Şirketin kalite politikalarını yönetimle birlikte belirler.
3. Şirketin vizyon, misyon ve hedefleri doğrultusunda ve içinde bulunduğu sektörün dinamiklerini ve gelecek planlarını izleyerek kalite konularıyla ilgili proaktif önerilerde bulunur.
4. Kuruluş İçi Kalite Tetkiklerini planlar, tetkiklere katılır ve takiplerini yürütür. İç tetkik sonuçlarının Genel Müdür' e sunar. Gerek gördüğünde iç tetkik programlarını sıklaştırır.
5. Prosesler ait performans hedefleri ile ilgili olarak proses sorumluları ile görüşerek, ilgili veri analizlerinin, istatistiksel çalışmaların yapılmasını sağlar.
6. Tasarım Projelerinde Kalite Fonksiyon Göçerimi Çalışmalarını Tasarım ve Üretim ekibi ile birlikte gerçekleştirir.
7. Proje Bazlı Kalite Fonksiyon Göçerimi çalışmalarını üst yönetime raporlar.
8. Periyodik olarak tasarım projelerinin gözden geçirme toplantılarına katılır.
9. Hazırlanan proje takvimlerinde eş zamanlı faaliyetleri koordine eder ve boşluk zaman yaratılmasına engel olur.

## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

		AKANA MÜHENDİSLİK	
<b>Tanım: Görev Tanımları – Kalite Yöneticisi</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-04		30.04.2009	18.06.2015/03


10. Proje Bazlı Kalite maliyeti hesaplamalarını gerçekleştirir.
11. Bölümlerin diğer bölümler ile eşzamanlı bir şekilde çalışmasını sağlar, katkıda bulunur.
12. Tüm Yönetim Sistemi dokümanlarının (Kalite El Kitabı, Organizasyon El Kitabı, Prosedürler vb.) hazırlanması/ güncellenmesi yapar.
13. Kalite sisteminin sürekliliğinin temini ve iyileştirilmesi çalışmalarını yapar. İyileştirme çalışmaları ile ilgili olarak üst yönetime bilgilendirme ve raporlama yapar.
14. Kalite sistemi ile ilgili konularda dış kuruluşlarla ilişki kurar. Dış (Belgelendirme/ Gözetim/ Müşteri Firma) Kalite Sistem Tetkiklerinde tetkikçilere eşlik eder, tetkik öncesi ve sonrası iletişimi sağlar. Akana Mühendislik çalışanlarının tetkikler hakkında bilgilendirilmesi ve eksiklerin giderilmesini sağlar.
15. Giriş, Proses ve Son Kontrolleri yapılan ürünlerin tanımlanmasını ve uygun üretim alanlarında muhafazasını sağlar, takibini yapar.
16. Şirkette üretilen ve Tedarikçi & Alt Yüklenici Firmalarda dış işlemleri yapılan ürünlerde, malzemelerde yapılacak muayeneler için gerekli test ve muayene usullerinin uygulanmasını sağlar.
17. Kaliteyi etkileyen problemlerin tespiti ve giderilmesi amacıyla ilgili birimlerle sürekli işbirliği yapar.
18. İstatistikî muayene yöntemlerini saptar ve uygulanmasını sağlar.
19. Hata önleyici muayene tekniklerini araştırır.
20. Aparat, master ve ölçü aletlerinin periyodik kontrol, bakım, doğrulama ve kalibrasyonunun yapılmasını sağlar.
21. Kalite yönünden müşteri şikâyetlerini izler, inceler, şikâyetlerin tekrarını önleyecek önlemleri alır.
22. Kalite düzeyini yükseltmeye yönelik kalite standartlarını ve kontrol tekniklerini izleyerek geliştirilmesini sağlar.

## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

		AKANA MÜHENDİSLİK	
<b>Tanım: Görev Tanımları – Kalite Yöneticisi</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-04		30.04.2009	18.06.2015/03

23. Kalite ile ilgili eğitim etkinliklerini önerilerde bulunarak, İnsan Kaynakları Sorumlusu ile birlikte iş birliği yaparak uygulanmasını sağlar.
24. Üretilmesi muhtemel yeni ürünler için kalite ile ilgili ön hazırlıkları yapar, teklif aşamasında kaliteyle ilgili özellikleri belirleyerek kalite maliyetlerini çıkarır.
25. Tedarikçi&Alt Yüklenici Firmalara kalite ve kalibrasyon konusunda yardımcı olur.
26. Tedarikçi&Alt Yüklenici Firma ve malzeme/mamul/yarı mamul bazında gelen kabul ve red şeklindeki kalite sonuçlarına göre Satın Alma Sorumlusu ile birlikte çalışarak alternatif Tedarikçi&Alt Yüklenici Firma ve malzeme/mamul/yarı mamul arayışına girer.
27. Üretim performansının ve verimliliğinin ölçülerek yapılacak istatistiksel değerlendirmelerle desteklenerek gerekli önlemlerin alınmasını sağlar.
28. Tedarikçi ve Alt Yüklenici değerlendirme faaliyetlerini gerçekleştirir.
29. Uygunsuzluk raporlarını düzenler/düzenlettirir ve bunların sağlam parçalara karışmasını engelleyici tedbirleri alır. Ayıklama sonucu kurtarılan parçaları raporlar.
30. Üretimi bitmiş ürünlerin iş emirlerinin kapatıldığına dair onaylamayı yapar.
31. Proje kapsamında sözleşmenin gereği olan kalite raporlarını hazırlar.
32. Sevkiyat Dokümanlarını hazırlar ve onaylar.
33. Yönetimin Kalite Sisteminin Gözden Geçirilmesi raporunu hazırlar, toplantıyı organize eder ve katılımı sağlar. Toplantı sonrası tutanak hazırlar ve katılımcılara yayınlar.
34. Çevre & İSG yönetim sistem dokümanlarının (ÇİSGEK, Prosedürler, Talimatlar vb.) hazırlanması/ güncellenmesi yapar.
35. Çevre & İSG yönetim sistemlerinin kuruluş İç Kalite Tetkiklerinin planlanmasını yapar, tetkiklere katılır ve takiplerini yürütür. Çevre & İSG Yöneticisi ile birlikte iç tetkik sonuçlarını Genel Müdür'e sunar.
36. Şirketin gizlilik ilkesine bağlı olarak çalışmalarını yürütmekle yükümlüdür.
37. Şirket El Kitabında yer alan disiplin kurallarının gereklerini yapar.

## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

		AKANA MÜHENDİSLİK	
<b>Tanım: Görev Tanımları – Kalite Yöneticisi</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-04		30.04.2009	18.06.2015/03

38. Şirket El Kitabında, Prosedürlerde, proseslerde ve talimatlarda belirtilen tüm sorumluluklarını yerine getirir.

39. Şirketin gizlilik ilkesine bağlı olarak çalışmalarını yürütmekle yükümlüdür.

### 5. YETKİLER


1. Genel Müdür' ün kendisine verdiği yetkilerle hareket eder.
2. Şirketi, kalite faaliyetleri ile ilgili olarak diğer kuruluşlar nezdinde temsil yetkisine sahiptir.
3. Proje bazlı hazırlanması gereken kalite dokümanlarını onaylama yetkisine sahiptir.
4. Kendisine bağlı personelin şirket içi tüm çalışmaları konusunda her türlü karar yetkisine sahiptir.

### 6. YETERLİLİK:

1. Görevini yerine getirebilme yeterliliğine sahip olma doğrultusunda mesleki ve teknik bilgi ve beceriye sahip olmak
2. Min. ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 İç Denetçi eğitimlerini almış olmak
3. Üniversitelerin Mühendislik bölümlerinden mezun olmak.
4. Benzer bir görevde en az 3 yıl tecrübeli olmak.
5. Ölçüm ve Tolerans bilgisine sahip olmalı
6. Teknik Resim bilgisine sahip olmak
7. İngilizce bilmek
8. İyi iletişim becerilerine sahip olmak
9. Stres ve kriz yönetimi konularında yetenekli olmak



## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

 <b>AKANA MÜHENDİSLİK</b>			
<b>Tanım: Satınalma Sorumlusu Görev Tanımı</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-07		30.04.2009	18.06.2015/02

### 1. ÜSTLERİ

Genel Müdür Yardımcısı - İdari Mali ve İşler bağlıdır.

### 2. ASTLARI

Depo Sorumlusu, Şoför


### 3. BULUNMADIĞI DURUMDA YETKİLİ

Kurumsal Kaynak Planlama Mühendisi

### 4. GÖREVLERİ

- Görev tanımında belirtilen işlemleri Firma Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı (Netsis) üzerinden gerçekleştirir.
- Talebi oluşturulmuş, satın alınacak ürünler ve hizmetler için talebe en uygun piyasa araştırması yaparak, en uygun kalite, fiyat ve teslim şartlarını sağlayacak tedarikçilerin bulunması sağlar.
- Satın alınacak ürünler için siparişlerin açılması, açılan siparişlerin takibi ve zamanında Akana Mühendislik' de olmasının sağlanması görevlerini planlar ve gerçekleştirir.
- Satın alınan malların depoya teslimi ve kayıtlarının takibini yapar, depo sorumlusunun işlemlerini denetler. Kaliteden ve Firma iç taleplerinden gelen dış operasyon ihtiyaçlarını depo sorumlusu ile koordineli şekilde planlar, takip eder ve gerçekleştirir.
- Tedarikçi ilişkilerini yönetir, Cari hesaplarla ilgili ödemeleri planlar ve haftalık ve aylık olarak yöneticisine rapor verir.
- Yürütülen projelere ait satın alma giderlerini raporlar. Ar Ge ve iş geliştirme projelerinden gelen maliyet araştırma taleplerine destek verir.
- Kalite Fonksiyon Göçerimi Çalışmalarına Üretim ekibi ile birlikte katılır.
- Periyodik olarak tasarım projelerinin gözden geçirme faaliyetlerini organize eder, gerçekleştirir.
- Hazırlanan proje takvimlerinde eş zamanlı faaliyetlere uygun olarak çalışır ve boşluk zaman yaratılmasına engel olur.
- Çalıştığı tedarikçi Akana'nın satın alma prosedürüne göre onay süreçlerini Kalite Birimi ile koordineli bir şekilde yürütür. Gerektiği durumlarda tedarikçi eğitimlerinin gerçekleşmesini sağlar.
- İstatistik çalışmalarda Kalite Birimi'ne destek verir.

## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

	<b>AKANA MÜHENDİSLİK</b>		
<b>Tanım: Satınalma Sorumlusu Görev Tanımları</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-07		30.04.2009	18.06.2015/02

12. Akana Mühendislik' e ait tüm araçların (kamyonet, servis araçları, binek otolar v.s) trafik kontrollerini ve periyodik bakımlarını takip eder, bu bakım ve kontrollerin yapılmasını sağlar.
13. Akana Mühendislik fabrikadaki üretim hariç tüm periyodik bakım ve onarım faaliyetlerini planlar, koordine eder ve gerçekleştirilmesini sağlar.
14. Akana Mühendislik bünyesindeki otomobil, minübüs, kamyonet, forklift ,kamyon vb. araçların bakım-onarım işlemlerini planlar, idari ve mali işler yöneticisinin onayıyla uygular/uygulatır. Bakım onarım işlerini planlar.
15. Firmaya ait bina, makine, teçhizat ve araç-gereç ve vasıtaların sigortalama işlemlerini yapılmasını ve takibini gerçekleştirir.
16. Kalite güvence sistemi dahilindeki tüm görevlerini eksiksiz olarak yerine getirir.
17. Şirketin hedef ve politikası doğrultusunda satın alma yönteminin optimizasyonunu sağlar.
18. Mali kaynak tasarrufu sağlamak amacıyla satın almalarda gerekli tedarikçi değerlendirmelerini yapar.
19. Şirket El Kitabında yer alan disiplin kurallarının gereklerini yapar.
20. Şirket El Kitabında, Prosedürlerde, proseslerde ve talimatlarda belirtilen tüm sorumluluklarını yerine getirir.


### 5. YETKİLER

Sınırlı Tedarikçi Sözleşme Yetkisi

### 6. YETERLİLİK:

1. Görevini yerine getirebilme yeterliliğine sahip olma doğrultusunda mesleki ve teknik bilgi ve beceriye sahip olmak.
2. Tercihen meslek yüksek okullarının teknik bölümlerinden mezun olmak.
3. Benzer bir görevde en az 3 yıl tecrübeli olmak.
4. Liderlik, koordinasyon ve yönlendirme vasfına sahip olmak.
5. Araştırmacı kişiliğe sahip olmak, ikna kabiliyeti gelişmiş olmak.
6. Tercihen İngilizce bilmek.

## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

		AKANA MÜHENDİSLİK	
<b>Tanım: Tasarım Sorumlusu Görev Tanımı</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-06		30.04.2009	18.06.2015/02

### 1. ÜSTLERİ

Doğrudan ARGE Yöneticisi bağlıdır.


### 2. ASTLARI

Bu kadroya ait herhangi bir ast bulunmamaktadır.-

### 3. GÖREVLERİ

1. Doğrudan ARGE Yöneticisi ne rapor verir.
2. Kalite Yönetim Sistemi Tasarım prosedürüne göre gerekli çalışmaları yapar.
3. Gerekliğinde diğer projelerin tasarım ihtiyaçlarına uzmanlığı dahilinde destek verir.
4. Günlük çalışma saatlerini firma ERP sisteminde kayıt altına alır.
5. Proje hazırlık aşamasında kaynak öngörüsünde (malzeme, insan kaynağı, hizmet) bulunur ve bir bütçe hazırlar.
6. Literatür taraması yapar.
7. Proje önerisinde bulunur.
8. Gerekiyorsa matematik model hazırlar.
9. Gerekli dokümanları hazırlar/hazırlanmasını sağlar.
10. Benzer tasarımlar için dokümanı jenerik hale getirir.
11. Kalite Fonksiyon Göçerimi Çalışmalarına Üretim ekibi ile birlikte katılır.
12. Periyodik olarak tasarım projelerinin gözden geçirme faaliyetlerini organize eder, gerçekleştirir.
13. Hazırlanan proje takvimlerinde eş zamanlı faaliyetlere uygun olarak çalışır ve boşluk zaman yaratılmasına engel olur.
14. Proje Bazlı Kalite maliyeti hesaplamalarını için Kalite Yöneticisine veri sağlar.
15. Üretimden veya kaliteden gelen değişiklik ve sapma isteği ile ilgili faaliyetleri Proje Yöneticisinden onay alarak/bilgilendirerek gerçekleştirir, Kalite Yöneticisine gerekli bilgilendirmeyi yapar.
16. Yapacağı işle ilgili zaman öngörüsünde bulunur.
17. Üretim yöntemleri üzerine öneriler oluşturur.

## EK-2 GÜNCELLENEN GÖREV TANIMLARI

		AKANA MÜHENDİSLİK	
<b>Tanım: Tasarım Sorumlusu Görev Tanımı</b>			
<b>Doküman No</b>	<b>Sayfa</b>	<b>Tarih</b>	<b>Tarih/Revizyon</b>
GT-06		30.04.2009	18.06.2015/02

18. Yaptığı işle ilgili Kalite Yönetim Sisteminin İstatistiksel çalışmalara temel olacak verilerin sisteme girilmesini sağlar.
19. Diğer disiplinlerle uyumlu çalışır, eksiksiz ve anlaşılır bilgi verir.
20. Şirket El Kitabında yer alan disiplin kurallarının gereklerini yapar.
21. Şirket El Kitabında, Prosedürlerde, proseslerde ve talimatlarda belirtilen tüm sorumluluklarını yerine getirir.
22. Şirketin gizlilik ilkesine bağlı olarak çalışmalarını yürütmekle yükümlüdür.

#### 4. YETKİLER

AR&GE Yöneticisi' nin kendisine verdiği yetkilerle hareket eder.

#### 5. YETERLİLİK:

1. Görevini yerine getirebilme yeterliliğine sahip olma doğrultusunda mesleki ve teknik bilgi ve beceriye sahip olmak
2. Üniversitelerin mühendislik bölümlerinden mezun olmak.
3. İyi derecede matematik bilgisine sahip olmak.
4. Makine Mühendisliği dışındaki mühendislikler için en az 5 yıl tecrübeli olmak
5. Makine mühendisliği için benzer bir görevde en az 3 yıl tecrübeli olmak.
6. Erkekse askerliğini yapmış olması tercih nedenidir.
7. Bilgilerini bir arada kullanabilme ve çoklu disiplinde problem çözme becerisine sahip olmak.
8. Makine elemanları konusunda iyi derecede bilgi sahibi olmak.
9. 3 boyutlu tasarım program iyi derecede bilgisine sahip olmak.
10. Tercihen Ölçüm ve Tolerans bilgisine sahip olmalı.
11. Sonlu elemanlar program uygulama iyi derecede bilgisine sahip olmak.
12. Mühendislik simülasyon programlarına hakim olmak.
13. İyi derecede İngilizce bilmek.

