

39863.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALİTE MALİYETLERİ OPTİMİZASYONUNA

ÇOK AMAÇLI KARAR VERME YAKLAŞIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Cenk CESUR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 6 Ekim 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Ekim 1993

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet TANYAŞ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Coşkun KÜLÜR

Prof. Dr. Ethem TOLGA

**Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

EKİM 1993

ÖNSÖZ

Şirketler genelinde kalite güvence sistemlerinin yaygınlaşması ile firma üst yönetimleri bu konuya daha fazla ilgi duymakta ve önem vermektedirler. Kalite güvence sistemlerinin en önemli kriterlerinden biri kalite maliyetleridir. Yapılan yüksek lisans tez çalışmasının amacı kalite maliyetleri konusunda bir inceleme yapmak, kalite maliyet optimizasyonuna matematiksel bir model yaklaşımı getirmektir.

Bu tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç.Dr.Mehmet TANYAŞ ve TÜRK ELEKTRİK ENDÜSTRİSİ çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

İstanbul, 5 Ekim 1993

Cenk CESUR

İÇİNDEKİLER

Özet	iv
Summary	v
Şekil Listesi	xi
Tablo Listesi	xii
Giriş	
Bölüm 1 : Kalite Sistemi ve Kalite Planlama	1
1.1 Tanımlar	1
1.2 Üretim Kalite Sistemi İlişkisi	2
1.3 Kalite Sistemi Yardımıyla Yönetim	5
1.4 Kalite Planlama	8
Bölüm 2 : Kalite Maliyetleri	10
2.1 Kalite Maliyetleri Nelerdir?	10
2.2 Kalite ve Kalite Maliyetlerinin Yeri	12
2.3 Kalite Maliyetleri Uygulamaları	15
2.4 Kalite Maliyetleri Organizasyonu	16
2.5 Kalite Maliyetleri Neden Önemlidir ?	17
2.6 Kalite Maliyetleri Arasındaki İlişkiler	18
2.7 Kalite Maliyetlerinin Analizi	20
Bölüm 3 : Kalite Maliyet Programı	25
3.1 Kalite Maliyet Programı	25
3.2 Kalite Maliyetlerinin Azaltılması	32
3.3 Kalite Maliyetlerinin Azaltılması İçin Rehber	36
3.4 Kalite Yönetimi İle Maliyet Düşürme	45
Bölüm 4 : Çok Amaçlı Karar Verme Modelleri	51
4.1 Çok Amaçlı Karar Verme Modelleri	51
4.2 Çok Amaçlı Karar Verme Modellerinin Matematiksel İfadesi	53
4.3 Hedef Programlaması Yöntemi	53
4.4 Lineer Hedef Programlaması	55

Bölüm	5 : Kalite Maliyetleri Optimizasyon Modeli	57
	5.1 Modelin Amacı	57
	5.2 Uygulama Alanı	57
	5.3 Hataların Sınıflandırılması	57
	5.4 Karar Vericinin Hedefleri	58
	5.5 Modelin Kurulması	60
	5.6 Modelin Çözülmesi ve Sonuçlar	62
	5.7 Sonuçlar	81
Kaynaklar		82
Özgeçmiş		84



ÖZET

Bu çalışmada kalite maliyetleri ele alınarak incelenmiştir. Birinci bölümde kalite sistemi ve kalite planlama üzerinde durulmuştur. Kalite planlama kalite yöntem sistem elemanlarının organize edilmesidir. Müşteri isteklerinin karşılanabilmesi ve şikayetlerin azaltılabilmesi için kalite, güvenilirlik, emniyet konularında sistematik faaliyetlerin sonucu olarak sorular sorulur. Böyle bir yaklaşımın adı kalite sistemidir. Kalite maliyetlerinin düşürülmesi ve kalite hedeflerine ulaşılabilmesi için kalite sisteminin firmaya adapte edilmesi gerekir.

İkinci bölümde kalite maliyetleri incelenmiştir. Kalite maliyetleri en geniş anlamda dörde ayrılır :

- 1)Önleme maliyetleri,
- 2) Ölçme ve değerlendirme maliyetleri,
- 3) İç hata maliyetleri,
- 4) Dış hata maliyetleri

Kalite maliyet sisteminin amacı, istenen kalite düzeyinde toplam kalite maliyetini minimize etmektir. Kalite maliyet programının esası; "önlemeye yapılan bir birim harcama, ölçme ve değerlendirmeye yapılan bir birim harcamaya göre çok daha faydalı ve önemlidir."

Üçüncü bölümde kalite maliyet programı incelenmiştir. Bu bölümde adım adım kalite maliyetlerini minimize eden kalite maliyet programının oluşturulması ve çalıştırılması konusunda farklı yaklaşımlar yer almaktadır.

Dördüncü bölümde çok amaçlı karar verme modelleri konusunda bilgi verilmiş, beşinci bölümde ise kalite maliyetlerinin optimizasyonuna yönelik bir çok amaçlı karar verme modeli kurulmuştur. Bu modelin amacı karar vericiye katlandığı hata oranı ve hedeflediği kusursuz oranı doğrultusunda maliyetleri minimize eden kusursuz üretim oranlarını vermektir. Kurulan model lineer hedef programlaması yöntemiyle çözülmüş ve elde edilen değerler grafik olarak ifade edilmiştir.

SUMMARY

A MULTIPLE DECISION MAKING APPROACH TO QUALITY COST OPTIMIZATION

In this study quality costs are examined. Discussions made in the first section about quality system and quality planning. Quality planning is a function which organizes quality system elements. When systems become more complex the role of the coordination and information flow will be more important. To satisfy the customers and decrease the customers complaints questions asked about quality, reliability and safety as a result of systematic activities. The system like this is called as a quality system. The reason of the system approach to the quality is that all other approaches were unsuccessful. Reducing quality costs and fulfilling the quality objectives are possible when a quality system is adopted to the company.

Quality is measured in two ways :

- 1) adherence to standards ; and
- 2) optimizing quality costs.

The basic philosophy of establishing quality standards and then using them as a determinant of quality is the same for a manufacturing concern as for a service industry; however the application differs. The quality of manufacturing concern's output is evaluated by more tangible criteria than is a service industry.

Whereas a manufacturing concern initially inspects tangible items based on physical and functional conformance, and then accepts or rejects the product, a service industry establishes standards for a product or service which are much less tangible. A manufacturing concern sets internal standards which are often based on external requirements, and then tests the production process to ensure functional uniformity, product reliability and product safety.

The cost of producing or offering a product or service are evaluated to determine the efficiency of the operation. If the cost of an operation is high due to rework or scrap, then two assumptions can be made. First, the operation is not as efficient as it could be, and second, the employees are not working as productively as possible. Either of these assumptions, or both, may apply and can be tested. Development of quality costs can help to quantify specific quality levels and ultimately improve productivity. If the quality costs reflect high failure costs and, in turn, increase productivity. However, before

developing quality costs, the definition of each cost category should be clearly understood.

Quality costs are examined in the second section. In times of economic stress when management must look around for places to cut manufacturing costs, it is inevitable that their collective eyes come to rest on the quality organization. The quality organization produces no hardware to sell, has no direct profit responsibility, and cannot state with any degree of certainty the impact of contemplated changes on profits. A continuing cost effectiveness study of quality organization will give answers on the impact of decisions affecting quality as well as initiating profit consciousness among quality people. Quality costs can be divided broadly to four categories as follows :

- Prevention costs are costs incurred to reduce, eliminate, and prevent defects. Such costs typically include the costs of job training, quality report preparation, quality planning and analysis, computer/manual system design, developing and presenting quality related seminars, and user-testing of quality control system.

- Appraisal costs are costs incurred to detect errors, and to evaluate the quality of the work done. Such costs typically include the costs for proofing, verifying, inspecting, checking, signing, balancing, and recapping.

- Internal Failure costs are costs incurred in correcting the errors before delivery of the product to the customer. In other words, internal quality costs are the cost of re-doing work a second time. Such costs typically include the labor cost of reworking items that were incorrectly processed, the cost of scrapped forms, and the cost of wasted computer and other equipment time.

- External Failure costs are costs incurred in correcting errors after delivery of the product to the customer. Such costs typically include the cost of compensation paid, penalties, difference write-offs, interest payment on late deliveries, as well as the cost of investigations.

Quality costs have effects on many areas. Some these areas are :

- Customer
- Inflation
- Competition
- Technology

Quality costs can be used in many areas. They act as an indicator. They give the opportunity to the formation and development of a quality program and the evaluation of the values obtained from the outcome of the activities of the program.

Quality costs also help to analyze the process quality, as how to give the priority to which manufacturing facility.

With the help of quality costs, the budgeting of quality control activities can also be obtained. Quality costs are very useful to predict the costs of a new product or service and to predict the competitive power of the company.

In a broad view, the interrelations between quality costs can be seen in the following chart.

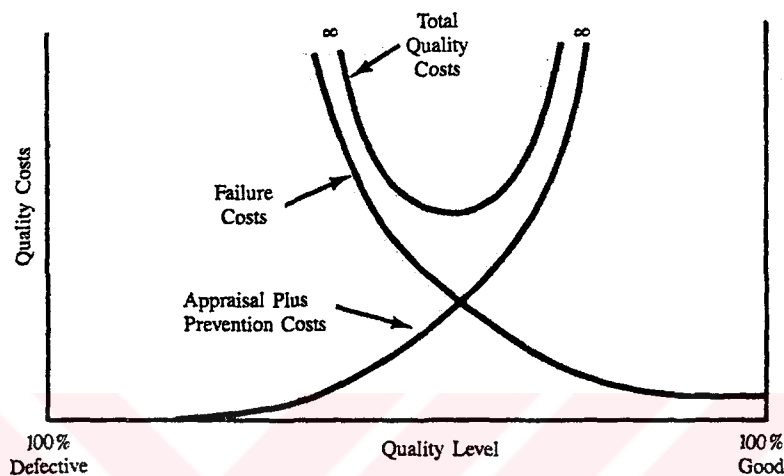


FIGURE 1. QUALITY COST RELATIONSHIP

As product quality tends toward the 100% defective level, failure costs tend toward infinity while appraisal plus prevention costs tend toward zero. As product quality tends toward the 100% good level, failure costs tend toward zero while appraisal plus prevention costs tend toward infinity. Total quality costs are algebraic sum of appraisal, prevention and failure costs at each point along the axis. The total quality cost curve is seen to have a minimum point; the point at which the other two curves intersect. It is desirable to have the organization operate at this point of minimum total quality costs.

With the economic rationale, it is possible to construct a self-correcting quality cost system which will seek the optimum cost for any given business situation. It is self-correcting in that if failure cost increase, prevention and detection (appraisal) costs must be increased to maintain the equality, and if failure costs decline, prevention and detection costs should be reduced. Very little experience should be necessary to eliminate over-correcting.

The aim of the quality cost system is to minimize the total quality cost at an indicated quality level. The principal is that, an increase in the prevention cost helps to decrease the failure cost and as a result the total quality cost decreases.

Quality costs are interrelated, and the objective in allocating resources for quality activities is that dollars spent on prevention and appraisal should prevent or reduce failure costs. In general, optimum quality cost mix is the point at which an additional dollar allocated to prevention and/or appraisal will not reduce failure costs.

Therefore each area or unit must determine its actual quality cost mix and its optimal cost mix, and consciously adjust quality activities to reduce and erase any difference that may exist.

The fundamental of the quality cost program is "a unit cost for preventing failure is more useful and important compared to a unit cost for measuring and evaluating".

Reports on quality cost systems are very important for management to give decisions and to act.

Quality cost program is discussed in the third section. Formation and study of the quality cost program that help minimize quality costs step by step is the main topic of this section.

Quality costs are incurred by all major functions in an organization so problem areas can exist anywhere. Careful analysis must be developed to attack them. When these needs exists, a strategic program should be developed using input from all functions. The object of any quality cost program is to improve quality and reduce quality cost.

When the highest cost areas are analyzed, many improvement projects become apparent. For example, high warranty costs are a trigger to rank customer failure problems for detail investigation, with the aim of looking into product design, process control or inspection planning for the cures to the highest cost problems. A natural temptation due to high external failure costs might be to put more emphasis on appraisal efforts; but this approach may simply convert some external failure to internal failure (scrap, rework) and bear an increased inspection burden to this. Regardless of what the category may be, by identifying it, it can be reduced. The entire process of quality improvement and quality cost reduction necessarily is pursued on a problem-by-problem basis. Any quality cost improvement depends on understanding cause and relationships, and the study of total quality costs is the most effective tool available to management.

While eventually total costs should come down with the use of an effective program, short term changes in these costs are not good measures of progress. Most measure success and each individual's contribution by measuring and totaling the effect of each individual improvement. In some situations total costs go up because of increases in wage and material costs, but the cost improvement program is a success because it prevents a larger rise.

In review, there are five steps in effective quality cost reduction :

- Finding the problems
- Setting targets
- Planning action
- Organizing to take action
- Measuring results.

A practical quality improvement program that will guarantee improved productivity through quality management took us from the selling to management leading to the commitment and policy to the establishment of the quality organization, the setting of quality standards, the measuring of implementation and managing of the quality program through communications and recognition. It also introduced some concepts associated with service/administrative quality costs.

General information about multiple criteria decision making models together with the goal programming method is the main subject of the fourth section.

In the fifth section, a multiple criteria decision making model is constructed and solved as an application keeping in mind the interrelations between quality costs. Linear goal programming method is used to solve above mentioned model. For this, the major reasons of failure are put in order as major and minor according to Pareto analysis. The goals set by the decision maker are satisfied after this application using the constructed model. The multiple criteria decision making model is as follows :

Objectives :

$$(1) \text{ Min } f_1 = C_1 (n - x_1) + C_2 (n - x_2) + \dots + C_7 (n - x_7)$$

C_i : failure costs $i = 1, 2, \dots, n$

x_i : number of conforming products on operation i.

n : total production quantity

$$(2) \text{ Min } f_2 = S_1 x_1 + S_2 x_2 + \dots + S_7 x_7$$

S_j : prevention cost per unit

Constraints :

$$(3) x_1 \leq p_1 * n$$

$$(4) x_2 \leq p_2 * n$$

$$(5) x_3 \leq p_3 * n$$

$$(6) x_4 \leq p_4 * n$$

$$(7) x_5 \leq p_5 * n$$

$$(8) x_6 \leq p_6 * n$$

$$(9) x_7 \leq p_7 * n$$

$$(10) x_i \geq r_i * n$$

p_i : The ratio of conforming products to total production

r_i : Acceptable quality level of decision maker

This model is solved nine times by using different values of decision maker.

The results of this model can be seen at section 5. Most of these graphs are seem same as the theoretical graphs.



Şekil Listesi

Şekil 1.1 Kalite Yönlendirme	2
Şekil 1.2 Ürün Güvenilirliği Diyagramı	3
Şekil 1.3 Kalite Güvence Aşamaları	4
Şekil 1.4 Müşteriye Sunulan Kalite	6
Şekil 1.5 Kalite Maliyetlerinin Tarihi Seyri	7
Şekil 2.1 ABD 'de Verim Kaybı	13
Şekil 2.2 Kalite Maliyetleri	18
Şekil 2.3 Kalite Maliyetleri Arasındaki İlişkiler - I	19
Şekil 2.4 Kalite Maliyetleri Arasındaki İlişkiler - II	19
Şekil 2.5 Ayrı Hatlar İçin Kalite Maliyetleri	21
Şekil 3.1 Kalite Maliyetlerinin Dağılımı	27
Şekil 4.1 Çok Amaçlı Karar Verme Modelleri	53
Şekil 5.1 Çözüm 1 'e ait Değerler	64
Şekil 5.2 Çözüm 2 'ye ait Değerler	66
Şekil 5.3 Çözüm 3 'e ait Değerler	68
Şekil 5.4 Çözüm 4 'e ait Değerler	70
Şekil 5.5 Çözüm 5 'e ait Değerler	72
Şekil 5.6 Çözüm 6 'ya ait Değerler	74
Şekil 5.7 Çözüm 7 'ye ait Değerler	76
Şekil 5.8 Çözüm 8 'e ait Değerler	78
Şekil 5.9 Çözüm 9 'a ait Değerler	80

Tablo Listesi

Tablo 2.1 Kalite Maliyetleri	23
Tablo 2.2 Kalite Maliyetleri	24
Tablo 5.1 Pareto Analizi	59
Tablo 5.2 Çözüm 1 'e ait Değerler	64
Tablo 5.3 Çözüm 2 'ye ait Değerler	66
Tablo 5.4 Çözüm 3 'e ait Değerler	68
Tablo 5.5 Çözüm 4 'e ait Değerler	70
Tablo 5.6 Çözüm 5 'e ait Değerler	72
Tablo 5.7 Çözüm 6 'ya ait Değerler	74
Tablo 5.8 Çözüm 7 'ye ait Değerler	76
Tablo 5.9 Çözüm 8 'e ait Değerler	78
Tablo 5.10 Çözüm 9 'a ait Değerler	80

GİRİŞ

Kalite günümüzde rekabet ortamında firmalar için çok önemli bir hal almıştır. Ancak kalitenin de firmalara getirdiği bazı maliyetler sözkonusudur. Bu nedenle kalite maliyetlerinin kontrol altında tutulması çok önemlidir. Zira çok gevşek kalite sistemlerinin yanında çok sıkı kalite sistemleri de maliyet nedeniyle tercih edilmeyebilir. Bu nedenle kalite maliyetlerinin optimizasyonu çok önemlidir.

Öte yandan kalite maliyetleri firma üst yöneticilerinin ileriye yönelik faaliyetleri planlamasında çok önemli gösterge rolü oynarlar.

Bu konunun seçilmesindeki amaç yurtdışında rekabete hazırlanan ülkemizin son yıllarda kaliteye olan eğilimi doğrultusunda kalite maliyetlerinin önemini ortaya koymak ve yeni yaklaşımlar getirmektir.

BÖLÜM 1

KALİTE SİSTEMİ VE KALİTE PLANLAMA

1.1 Tanımlar

a.) Kalite Yönetimi : Kalite yönetimi kavramı aşağıdaki faaliyetlerin tümünün yerine getirilmesini kapsar :

- Kalite politikası ve sorumlulukların belirlenmesi
- Kalite planlama
- Kalite yönlendirme
- Kalite güvence
- Kalite iyileştirme

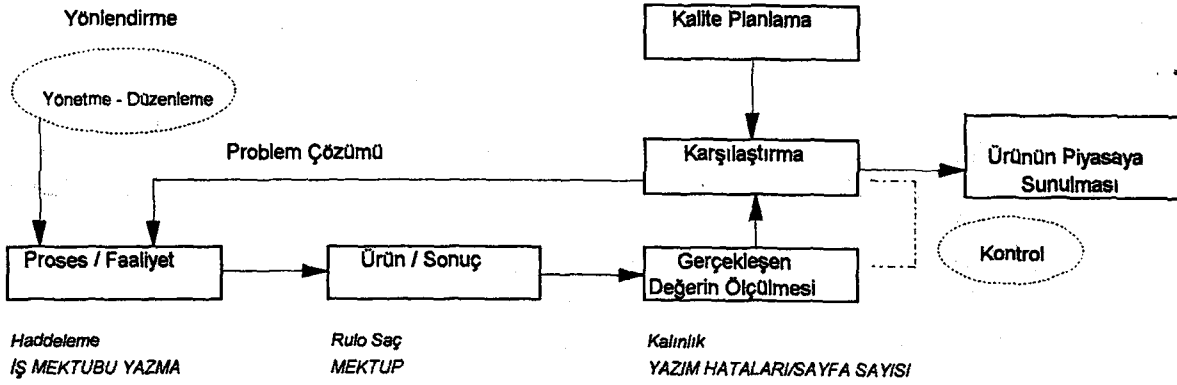
b.) Kalite Planlama : Kalite planlama ISO' ya göre, kalite yönetim sistemi elemanlarının organize edilmesidir. Bu nedenle ISO' da yer alan "kalite planlama" kavramını, "kalite yönetimi planlaması" olarak algılamak daha doğru olacaktır.

c.) Kalite Yönlendirme : Kalite yönlendirme kavramını grafikte anlatmak daha doğru olacaktır. Şekil 1.1 geleneksel kalite kontrolün iki ana bileşenini göstermektedir :

- Yönetme
- Düzenleme

"Düzenleme", "Yönetme" nin aksine gerçekleşen değerlerle, teorik değerlerin karşılaştırılmasını içerir. [1]

Kalite yönlendirme firma bazında yayıldığında (teknik olmayan konular da dahil) kalite kontrol, toplam kalite yönetimi ile aynı anlama sahip olur. Şekil 1.1' deki faaliyeti haddeleme ve bir sekreterin yazdığı mektuba uygulamak mümkündür.



Şekil 1.1 Kalite Yönlendirme

d.) Kalite Güvence : Kalite güvence kavramı ISO 8042/E standardında şu şekilde tanımlanmaktadır :

"Bir kalite yönetim sistemi içinde tanımlanmış olan planlı ve sistematik faaliyetlerin tümüdür. Bu faaliyetler belirli bir kalite düzeyine ulaşmak için gerekleri yerine getirecek şekilde belirlenmiştir.

e.) Kalite İyileştirme : Kalite iyileştirme kavramı çok kez yanlış anlaşılan bir kavramdır. Çoğu kez yüksek ürün kalitesi anlaşılır ki, bu durum beraberinde yüksek maliyetler getirir. Bunun tam tersine kalite iyileştirme proses kapasitesinin daha etkin ve etkili kullanılması anlamına gelir. Bu durum özel prosesleri ve düşük hata maliyetlerini beraberinde getirir.

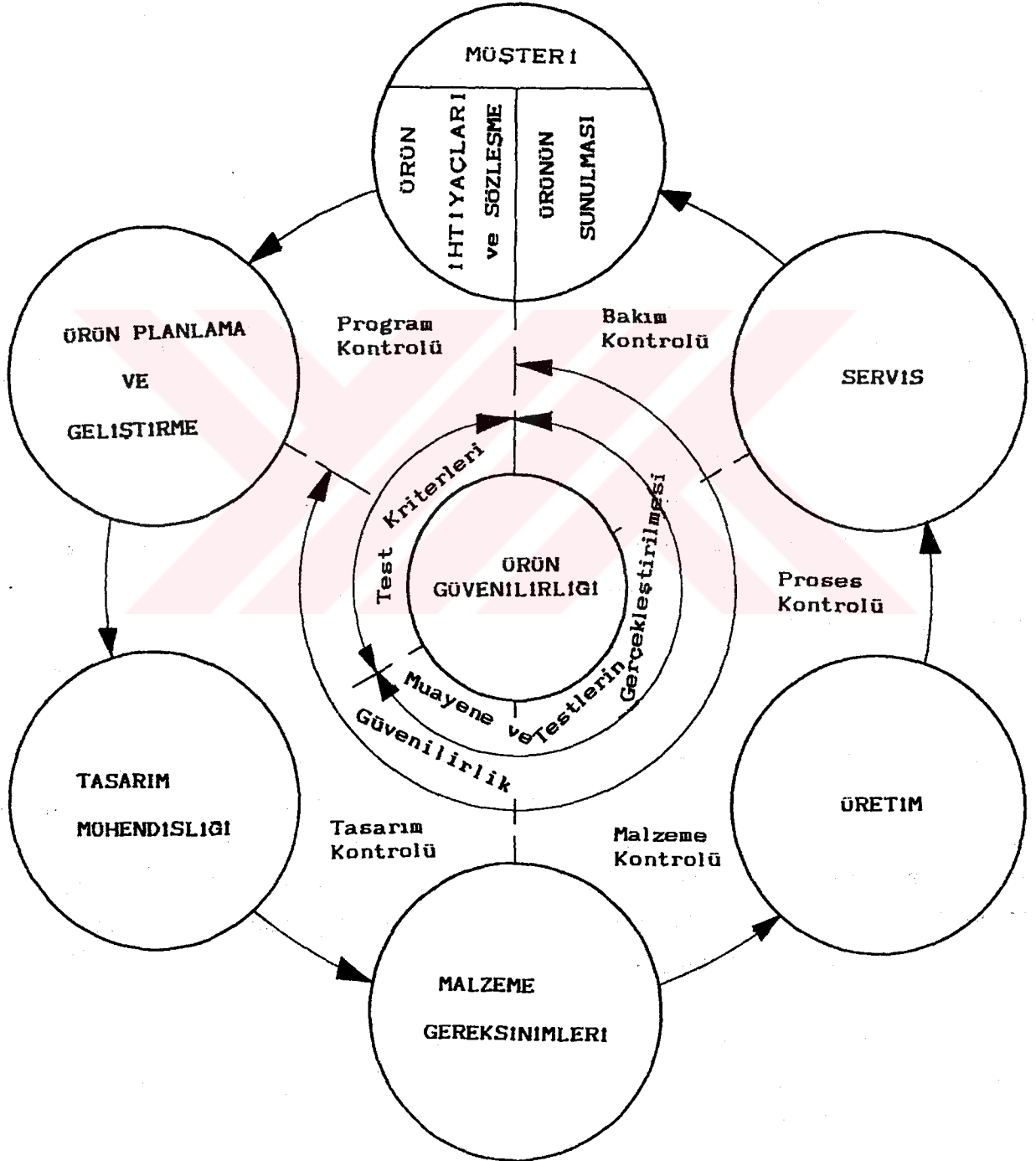
1.2 Üretim - Kalite Sistemi İlişkisi

Bir firmaya bir sözleşme geldiğinde, çalışmaların başlatılmasına izin vermek amacıyla talimatlar yayınlanır. Bu talimatlar yapılan işin kapsamını, bir işin ne zaman başlayacağını ve biteceğini ve toplam bütçeyi belirler. Bir çalışmaya başlandığında çeşitli faaliyetler yerine getirilir, tasarımlar tamamlanır ve kapsam ve ürün güvencesi için çeşitli ihtiyaçlar oluşturulur [2]. Şekil 1.2 de ürün güvenilirliği diyagramı görülmektedir.

Hazırlık aşamasında oluşturulan mühendislik çizimleri ve talimatları ürünü tanımlar. Çizimler ve talimatlar gözden geçirilip, onaylanmış değişiklikler yapıldıktan sonra tasarım paketi ortaya sürülür.

Bileşenler, alt montaj grupları ve numuneler, yaşam testleri vb. tekniklerle

kalifiye edildikten sonra üretim için birçok departman devreye girer. Satınalma ya da üretim kararları verilir, üretim ve kalite kontrol sistemleri aktif hale getirilir ve muayene için planlar çalıştırılır. Buna ek olarak üretimle ilgili teçhizat ve test ekipmanları tamamlanır, gerekli değişiklikler yapılır, çalışanların ve ekipmanın sertifikasyonu programları devam ettirilir personel atmaları yapılır.



Şekil 1.2 Ürün Güvenilirliği Diyagramı

Şekil 1.3 Kalite Güvence Aşamaları

Son çizimler yayınlandığı sırada, bazı parçaların ve alt montaj gruplarının firma içinde ya da fason yaptırılması kararı verilmiştir. Bu kararlar şu temeller üzerine kurulmuştur [2] :

- Hangi seçenek daha az maliyetlidir?
- Kalite açısından hangi seçenek daha avantajlıdır?
- Firma mı ya da yan sanayi bu konuda daha tecrübelidir ?
- Program açısından hangisi daha avantajlıdır?

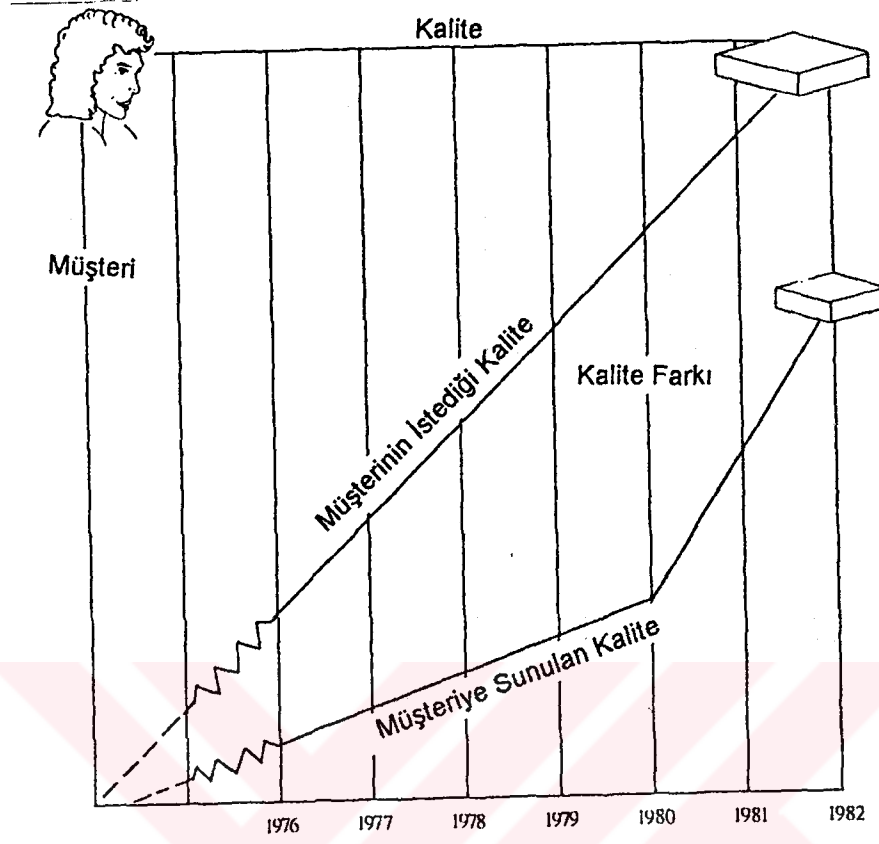
Bu sorulara verilen cevaplar birbirinden bağımsız olarak değerlendirilirler. Zira bunlardan birkaçına verilen cevap karar vermek için yeterlidir. Örneğin bir yan sanayi firması istenen yan mamül kalite açısından tüm istenenlere sahip ve programa uygun şekilde ancak beklenenden biraz daha fazla maliyetle üretiyorsa, ana firma, bu firmayı istenen maliyet değerinde ancak kalite özelliklerine uymayan bir firmaya göre tercih edebilir. Satınalma ya da üretim kararları, güvenilirliği yüksek parçalarda ve onaylı yan sanayinin çok yüklü olduğu durumlarda, karmaşık bir hal alır ve bu durumlarda kaliteye etkisi olumlu olan kararlar verilir. Şekil 1.3 satınalma ya da üretim kararı verildikten sonraki kalite güvence aşamalarını vermektedir. Satınalınan malzemenin ve prosesin kontrolü her durumda sağlanmış olmalıdır.

1.3 Kalite Sistemi Yardımıyla Yönetim

1.3.1 Kalite Sisteminin Faydası

Sistemler kompleks hale geldikçe başarı için koordinasyonun ve bilgi alışverişinin önemi artar. Müşteri isteklerinin karşılanabilmesi ve şikayetlerin azaltılabilmesi için kalite, güvenilirlik, emniyet vb... konular hakkında sistematik faaliyetlerin sonucu olarak sorular sorulur. Böyle bir yaklaşımın adı kalite sistemidir.

Kalite konusuna bir sistem yaklaşımının getirilmesinin nedeni, diğer yaklaşımların başarısız kalmasıdır. Bu yaklaşımlar ya kalite hedeflerine ulaşmada yetersiz kalmışlar ya da bu hedeflere ulaşmak için yüksek maliyetlere katlanılmıştır. Şekil 1.4 'de müşterinin eline ulaşan kalite ile talep ettiği kalite seyrini görmektedir [3].



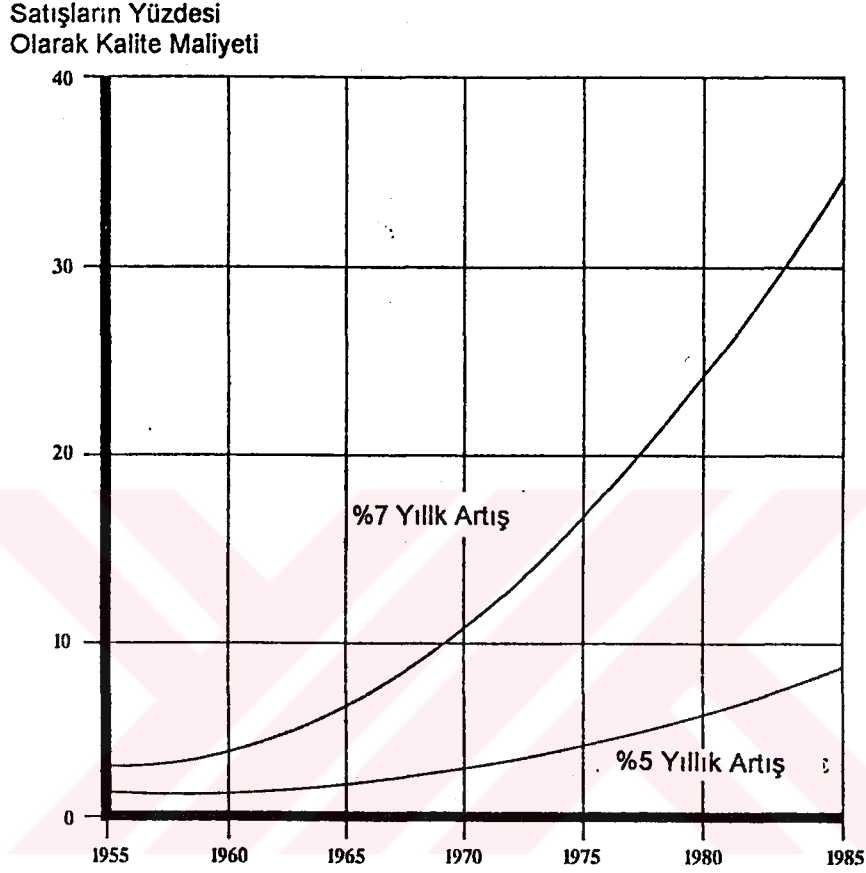
Şekil 1.4 Müşteriye Sunulan Kalite

İstenen kalite ile sunulan kalite seviyeleri arasındaki açıklık 1980 yılından itibaren daralmaya başlamıştır. Burada tüketim maddeleri üreten üreticilerin kalite konusunda daha bilinçli hale gelmelerinin etkisi vardır. Ancak Amerikan şirketlerinde ilk yıllarda karlılık %4 oranında düşmüştür. Bu konuda Caplan [3] 'ın görüşü ;

"üst yönetimlerin kalite sistemi uygulamaları bu düşüşün nedenidir " şeklindedir.

Müşterinin kalite istekleri arttıkça, üretici şirketler kalite konusunda daha fazla faaliyette bulunmuşlar ve buna bağlı olarak kalite maliyetleri artmıştır. Kalite maliyetleri ilk olarak 50 'li yıllarda incelenmeye başlanmış ve 50 'li yılların ortasında ölçülmesi ve raporlanması faaliyetine başlanmıştır. O yıllarda kalite maliyetlerinin satışların %2 si ile %4 ü arasında olduğu düşünülmekteydi. Ancak yapılan analizler sonucu bu değer %5-7 arasında olduğu görülmüştür. Günümüzde bu değer %8-30 arasında değişmektedir (Şekil 1.5) [3]. Kalite

maliyetlerinin düşürülmesi ve kalite hedeflerine ulaşma kalite sisteminin firmaya adapte edilmesi ile mümkündür.



Şekil 1.5 Kalite Maliyetlerinin Tarihi Seyri

1.3.2 Sistemin Geliştirilmesi

Kalite sistemi dokuz alt sistemden oluşmaktadır.

1. Kalite sistem yönetimi
2. Ürün geliştirme kontrolü
3. Satın alınan malzeme kontrolü
4. Proses geliştirme ve operasyon kontrolü
5. Kalite veri programları
6. Özel çalışmalar
7. Kalite ölçüm ve kontrol ekipmanı
8. İnsan kaynaklarından yararlanma
9. Müşteri ile ilişkiler

Her alt sistem birçok faaliyetin biraraya gelmesinden oluşmaktadır. Bazı şirketler tüm bu faaliyetleri yerine getirirken, daha küçük şirketlerin oluşturduğu bir grup ise bu faaliyetlerin arasından seçilmişleri en iyi şekilde karşılamaya çalışmaktadırlar. Burada karar verme sırasında sorulacak anahtar soru;

"Kalite sistemi ile ilişkili aktiviteler nelerdir ve bunlardan hangilerinin yerine getirilmesi gereklidir ?" [3].

1.4 Kalite Planlama

Kalite Planlama, kalite hedeflerine ulaşmak için gerekli olan hazırlıkların yapılmasını işini içerir. Bu nedenle, doğru ve tam planlar çalıştırıldıklarında kalite hedeflerine ulaşılmış olur [2].

Kalite planı, herhangi bir planla aynı karakteristiklere sahiptir ve dört aşamadan oluşur :

- Önceden belirlenmiş standartların devam ettirilebilmesi için kalite faaliyetlerinin planlanması.
- Uygunluğun değerlendirilebilmesi için geri besleme sisteminin planlanması.
- Performansın kabul edilebilirlik noktasının gerisinde olduğu durumlarda düzeltici faaliyetlerin planlanması.
- Devamlı gelişmeyi sağlayan programların planlanması.

Kalite planlama fonksiyonu birçok özel görevi içermelidir. Kalite planlama personeli şu konularla ilgilenmelidir :

- Önceden tanımlanmış kalite düzeyine ulaşmak için sorumlulukların tanımlanması ve tahsis edilmesi.
- Kalite hedeflerine ulaşmak için metodlar ve prosedürler oluşturmak.
- Ekipman ve sertifikasyon programını oluşturmak ve devam ettirmek.
- Muayene, test ve ürün kabulü için prosedürler oluşturmak.
- Etkin bir kalite güvence sistemi için önleyici faaliyetleri devreye sokmak.
- Malzeme ve prosesler için talimatlar oluşturmak.
- Kalite için müşteri ilişkileri programını devam ettirmek.
- Sistem ve ürün denetimleri (auditleri) için programlar devreye sokmak ve devam ettirmek
- Kalitenin raporlanması ve düzeltilmesi için metodlar oluşturmak ve devam

ettirmek.

- Kalite maliyetleri organizasyonunu oluşturmak.

Birçok firmada kalite el kitapları bu tip planlama faaliyetleri hakkında bilgi verirler. Bu el kitapları yapılan işlerin bir özetı ya da detaylı açıklaması şeklinde olabilir. Bir kalite el kitabı, firmanın büyüklüğüne ya da ürün özelliklerine bakmadan bulunmalı ve gerektiğinde güncelleştirilmelidir.



BÖLÜM 2

KALİTE MALİYETLERİ

2.1 Kalite Maliyetleri Nelerdir?

Kalite maliyetleri ürün hatası nedeniyle kaynaklanan hatalardır ve hatanın kendisini, ortaya çıkarılmasını ve önlenmesini içerir.

Ekonominin darboğaza girdiği dönemlerde yöneticiler üretim maliyetlerini düşürmek için kendilerine göre haklı bir sebeple kalite organizasyonuna gözlerini dikerler. Bunun nedeni "kalite organizasyonu satacak bir ürün ortaya çıkarmaz ve kara doğrudan etkisi yoktur" şeklinde bir düşüncedir [4].

Kalite maliyetlerinin etkin olarak ortaya konması kaliteyi, kalite faaliyetlerini ve kalite ile ilgili personeli karla ilişkili bir hale getirir.

Kalite maliyetleri en geniş anlamda üç gruba ayrılır:

i) **Önleme Maliyetleri** : Hataları önlemeye yönelik planlama ve analiz faaliyetlerinin getirdiği maliyetler.

ii) **Ortaya Çıkarma Maliyetleri (Ölçme ve Değerlendirme Maliyetleri)** : Ürünlerin belirlenmiş kabul standartlarına uygunluklarının saptanması sırasında oluşan maliyetler.

iii) **Hata Maliyetleri** : Ürünlerin hatalı çıkması sonucu ortaya çıkan maliyetlerdir. Hata maliyetleri kendi içinde "iç hata maliyetleri" ve "dış hata maliyetleri" olarak ayrılır.

Kalite maliyetleri daha detaylı olarak incelendiğinde şu şekilde detaylandırmak mümkündür :

i) **Önleme Maliyetleri** :

- Kalite Yöneticisi ve Personeline Ödenen Ücretler : Esas olarak kalite

yöneticisinin ve personelinin tek amacı hataların önlenmesidir, bu nedenle tüm ücret ve masraflar önleme maliyetleri içindedir.

- Kalite Sistemleri, Prosedürleri ve Standartları : Bunların oluşturulması sırasında tüm ücretler ve masraflar.

- Kalite Denetimleri ve Düzeltici Faaliyetler : Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sırasındaki tüm ücretler ve masraflar.

- Yan Sanayi Kalite Araştırmaları ve Planlama : Satınalma ve mühendis kadrosununyaptığı masraflar, ücretler ve seyahat giderleri

- Yan Sanayi Kalite Denetimleri : Bu maliyet kalite personelinin maliyetlerini ve masraflarını içerir.

- Giriş Kalite Kontrol için Kalite Planlama : Yan Sanayiden gelen malların kontrolünün önceden planlanması için yapılan tüm masrafları ve ödenen ücretleri kapsar.

- Kalite Veri ve İstatistikleri : Kalite verilerinin toplanması, analizleri ve geri beslemenin getirdiği maliyetlerdir.

- Malzeme ve Prosesler için Kalite Spesifikasyonları : Malzemelerin kullanım için sınıflandırılması ve özel proseslerin periyodik testlerinin planlama ve sürdürülmesinin getirdiği maliyetlerdir.

- Kalite Eğitimleri : Kalite eğitimleri için yapılan harcamalar.

ii) Ortaya Çıkarma Maliyetleri :

- Kabul Muayenesi : Satıcı, taşeron vb.lerden gelen malzemenin kontrolünde ortaya çıkan tüm maliyetleri kapsar. Laboratuvar testlerinden kaynaklanan maliyetler bunun dışındadır.

- Üretim İçinde Yapılan Muayene ve Testler : Aşağıdaki maliyetler dışındaki tüm maliyetleri kapsar;

a) Hurdanın depolanması, elden çıkarılması ya da yeniden işlenmesi.

b) Tamir, yeniden test ve arızanın giderilmesi.

- Laboratuvar Kabul Testleri : Laboratuvar ekipmanı ve işlemleri gerektiren özel kabul testlerinin getirdiği maliyetler.

- Ölçme Aletleri Kalibrasyon ve Bakımı

- Yan Sanayi Üretim Yerinde Kontrol : Tüm ücretleri ve seyahat masraflarını kapsar.

iii) **Hata Maliyetleri :**

- Hurda :Tüm kayıpları kapsar. Bunlar işçilik kayıpları, kullanılamaz hatalı malzeme vb... lerdir.

- Yeniden İşlem : Hatalı malzemenin tekrar kullanılabilir duruma getirilebilmesi için harcanan tüm emek, malzeme vb...

- Malzemenin Yeniden İşlenmesi : Malzemenin geliştirilmesi, atılması, yeniden satın alınması ve hatalı malzemenin ek işlemlerinin getirdiği kalite, mühendislik ve satınalma giderleri.

- Arızanın Giderilmesi ve Yeniden Test : Hatalı malzemenin yeniden test edilmesi, diğerlerinden ayrılmasının getirdiği maliyetlerdir.

- Hata Analizleri, Raporlama ve Düzeltici Faaliyet Araştırmaları : Hataların araştırılması ile ilgili olan ve "Malzemenin Yeniden İncelenmesi" dışındaki tüm maliyetler.

- Müşteri Servisi : Ürün hatalarından kaynaklanan müşteri şikayetlerini azaltmak ve müşterileri tatmin için harcanan tüm giderler ve ücretler.

- Kayıp Satışlar : Firmanın pazarda kalite konusunda kötü imaja sahip olmasından kaynaklanan düşüşler vb...

2.2 Kalite ve Kalite Maliyetlerinin Yeri

Kalite ve kalite maliyetlerinin son yıllarda dört alanda etkisi görülmektedir [5] :

i) **Tüketici :**

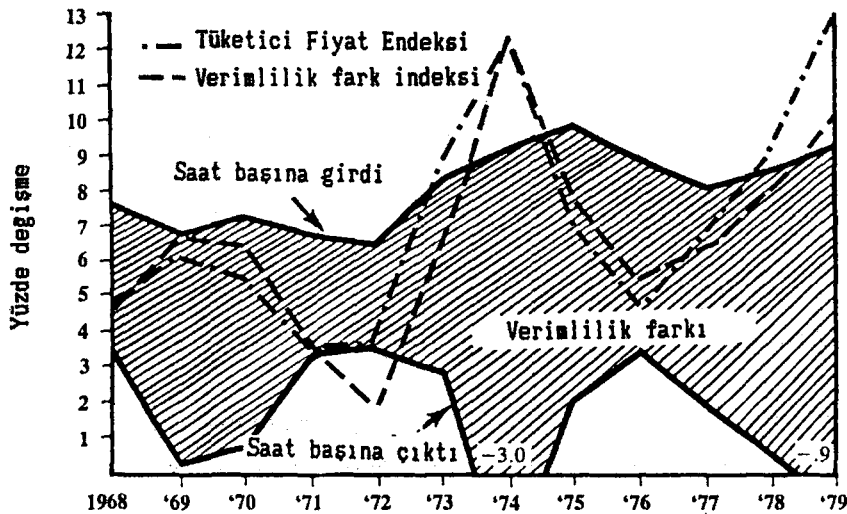
Tüketicinin düşük kaliteye karşı reaksiyonu önemlidir. Tüketiciler düşük kalite karşısında her zaman kızgındırlar ve paralarının karşılığında daha yüksek kalite almaları gerektiğine inanırlar. 1960' ı yıllarda düşük kaliteye karşı bir lobi hareketi başlamış ve tüketicinin kendilerine göre kaliteye yönelmeleri ile önem kazanmıştır. Bu hareket sadece tüketim malzemeleri konusunda değil, tüm endüstrilerde kendini göstermiştir.

Tüketici isteklerine cevap verecek kalite geliştirme programlarına olan ihtiyaç ileriki yıllarda artış gösterecek ve şu konuları içerecektir :

- Pazar payını arttırmak için stratejik kalite planları
- Tüketici tatminini güvence altına alan "ürün servis" politikaları
- Planlanmış kalite geliştirme programlarının devam ettirilmesi
- Ürün kalitesi üzerinde tüketici görüşlerini almak üzere pazar araştırmaları
- Hata maliyetlerinin nedenleri üzerinde geliştirilmiş analizler yaparak, bunların, özelliklerin hatalı yorumlanıp yorumlanmaması, dizayn, işçilik, proses kontrol ya da taşeron sorumluluğundan kaynaklanıp, kaynaklanmadığının ortaya konması
- Tüketici isteklerine duyarlı kalite standartları
- Kalite sorunlarının tekrarlanmasını önleyecek ya da minimize edecek kalite sistemlerinin dizaynı.

ii) Enflasyon :

Enflasyon birbirleriyle ilişkili birçok nedenin ortaya çıkardığı ulusal ve/veya uluslararası bir sorundur. Verim kaybı, saatteki girdi ile çıktı arasındaki fark olarak tanımlanabilir. Şekil 2.1 ABD 'deki verim kaybını göstermektedir.



Şekil 2.1 ABD 'de Verim Kaybı

Burada girdi ve çıktı oranları arasında kalan "taralı alan" verim kaybını ifade etmektedir. Aynı grafikte tüketici fiyat endeksi ve verim kaybı endeksi de görülmektedir. Bu grafikten de görüldüğü gibi verim kaybı ile tüketici fiyat endeksi aynı anda ve aynı yönde hareket etmektedir. Dolayısıyla verimlilik ve enflasyon arasındaki sıkı ilişki de görülmektedir.

Verimliliğin gelişmesi isteğinin tatmininde kalite uzmanları ve kalite maliyetleri önemli bir paya sahiptir.

Verimlilik çeşitli şekillerde ölçülebilir, ancak daima çıktının girdiye oranı olarak ifade edilebilir. Birçok kişi verimlilik artışının sadece doğrudan işçilik üzerinde uygulanabilir olduğunu düşünür. Ancak üretimde emek 1947' de toplam işgücünün %30' u iken 1980' de %22' ye inmiştir. Bu nedenle yönetim, verimliliği arttırmak için direkt işçilik dışındaki alanlarla da ilgilenmelidir. Kalite maliyetlerinin değerlendirilmesi verimliliğin artırılmasında önemli rol oynar.

Kalite maliyetlerinde hurda ve yeniden işleme rahatlıkla izlenebilir, hatalar, raporlama ve finans sistemi ile ölçülebilir. Son yıllarda yönetimin her kademesinde, verimliliğin artırılması konusunda duyarlılık artmaktadır. Kalite konusunda çalışanlar verimliliğin artırılması konusunda kalite maliyet sistemlerini kullanmada daha fazla sorumluluk hissetmektedirler.

iii) Rekabet :

Japon Endüstrisi Amerikan Endüstrisi ile rekabet halindedir ve gün geçtikçe pazar payını arttırmaktadır. Japonların bu başarısı, onların bir pazar ya da ürün ile ilgili güçlü bir stratejik planlama yaptıklarını göstermektedir. Stratejileri ise pazar payını verimlilik ve kalite geliştirme ile arttırmak şeklinde olduğu görülmektedir. Buradan da stratejinin kalite maliyetlerine dayandığı ortaya çıkmaktadır.

Japonlar hata maliyetleri üzerinde incelemeler yapmışlar, kalite çemberleri uygulamaları ile hata sebeplerine inmişler ve hataların tekrarını önlemişlerdir. Böylelikle teknolojik gelişmenin yanı sıra, güvenilirlik ile güç kazanan ürünlerini dünyanın birçok yerine göndermişlerdir.

iv) Teknoloji :

Kalite ve verimlilikteki artışa olan talep beraberinde malzemedeki artışı, tasarımın daha sofistike olmasını, üretimde otomasyonu, bileşenlerin ve ürünlerin boyutlarında küçülmeyi, robot, bilgisayar ve yazılım kullanımını beraberinde

getirmiştir.

Otomatik üretim prosesleri, bilgisayar destekli tasarım, üretim, kontrol ve mikroişlemci kontrollü ya da otomatik kontrol cihazları işçiliğin ve değerlendirmenin getirdiği problemleri minimize ederler. Kalite maliyetleri yukarıda sözü geçen uygulamaları haklı çıkaracak niteliktedir.

Hatanın getirdiği yükler zaman içinde daha büyüktür ve kalite konusundaki geri besleme ve maliyet sistemleri daha çok finansal kaynak gerektirirler. Geçmiş yıllarda hurda ve yeniden işlemekten kaynaklanan maliyetler finansal sistemler içinde kolaylıkla takip edilebiliyordu. Ancak bütünleşik bir kalite sistemini takip etmede yetersiz kalıyordu. Bilgisayar ve yazılım kapasitelerinin artmasıyla kalite maliyet sistemleri daha bütün halinde tutulabilmektedir.

Firmalarda teknoloji yoğun sistemlerin kullanılmasıyla insandan kaynaklanan hatalarda düşüşler görülmüş, hataların önlenmesi ve değerlendirilmesi daha kontrollü hale gelmiştir. Öte yandan gelişen teknoloji, maliyet sistemlerinin bir bütün halinde kontrolünü sağlamıştır. Ürünlerin piyasada olan saygınlığı ve güvenilirliği artmış, bu durum üretim hatlarında daha yoğun teknolojiyi beraberinde getirmiştir.

2.3 Kalite Maliyetleri Uygulamaları

Şirket ve işletme yönetimleri, kalite yöneticisi ile birlikte istenen kalite seviyesinde minimum kalite seviyesini sağlayacak birtakım kararlar verirler [6]. Kalite maliyetleri bu kararlarda yol gösterici araçlar sunarlar. Bu araçlar aşağıdaki gibidir :

i) **Kalite maliyetleri bir gösterge olarak hizmet verirler :** Kalite maliyetleri kendi içinde bölümlere ayrılabilirdiğinden, her kalite faaliyetine yatırılan parayı belirlemek mümkündür. Örneğin kalite planlamasına harcanan para, bu faaliyetin oluşturduğu kalite mühendisliği maliyeti olarak ölçülebilir. Bu yatırım gerekçesi kalite planlama sonucu azalan hata maliyetleri ve daha etkin muayene yöntemleri ile ortaya çıkarma (ölçme ve değerlendirme) maliyetlerinin düşmesi olarak belirtilebilir.

Kalite maliyetleri, kalite programları oluşturma ve geliştirme ile, bu faaliyetlerin sonuçlarının getirdiği değerler arasında karşılaştırmalı ölçümlere olanak verir.

ii) **Kalite maliyetleri proses kalitesi analiz araçlarıdır :** Kalite maliyetlerini

sadece bir gösterge olarak kullanmak yeterli değildir. Kalite maliyetlerinin ayrıntılı bir analizi de gereklidir. Kalite maliyetleri, kendi içinde bölümlendirildiğinde ve prosesin çeşitli hatlarına göre detaylandırıldığında, büyük problemlerin ortaya çıkartılmasında ve analiz edilmesinde etkin bir araç halini alırlar.

iii) Kalite maliyetleri bütçeleme araçlarıdır : Kalite maliyetleri istenen kalite kontrol programlarını uygulamak için gerekli harcamaların bütçelenmesi için yol göstericidir. Bu programlar amaç ve hedefleri içerir. Uzun vadeli bir amaç için örnek olarak, yüksek ürün güvenilirliğinin sağlanması gösterilebilir. Böyle bir durumda, programın bir yönü güçlü kalite mühendisliği uygulamaları ve kalite planlarının geliştirilmesi olabilir.

iv) Kalite maliyetleri tahmin araçlarıdır : Kalite maliyet verileri, firmanın amaç ve hedefleri ile ilişkili olarak faaliyetlerin yerine getirilmesi ve geliştirilmesi konusunda kontrol sağlar. Kalite maliyetleri, yeni bir hizmet ya da ürünün devreye alınmasında geçerli maliyet tahminlerinin yapılması ve firmanın rekabet gücünün sağlanmasında oldukça etkilidir. Kalite maliyetleri, servis ve garanti kapsamında olan ürünlerin performanslarının geliştirilmesinde yardımcıdır.

2.4 Kalite Maliyetleri Organizasyonu

Kalite maliyetleri organizasyonu, kalite maliyetlerinin saptanması, düşürülmesi ve kalite el kitabında yer alması gibi faaliyetleri içerir ve aşağıdaki noktalara ağırlık verir:

- Kalite maliyetleri gruplarının ve bunlara ait elemanların tanımlanması ve işletme koşullarına göre yorumlanması
- Kalite maliyeti elemanlarının bilgiişlem sistemi tarafından işlenebilmesi için gerekli bilgileri içerecek şekilde tanımlanması
- Kalite maliyetlerine ait verilerin işlenmesi ve değerlendirme yöntemlerinin tanımlanması
- Kalite maliyetlerine ait elemanların maliyet nedeni ve maliyet cinsi olarak muhasebeleştirilmesi
- Hatalı üretimin, aynı firma içinde başka bir hat ile hatanın kaynaklandığı hat olmak üzere yol açtığı kaybın maliyet olarak incelenmesi - Kalite maliyet analizlerinin yapılması ve sonuçların firma içinde iletilmesi
- Firmalarda kalite maliyetlerine yol açan zayıf noktaların ve maliyet

düşürücü önlemlerin belirlenmesi

- Kalite maliyetlerini düşürücü önlemlerin uygulamaya konması

2.5 Kalite Maliyetleri Neden Önemlidir ?

Son yıllarda firma yönetimlerinin kalite maliyetleri ile ilgili bilgilere olan yakınlığı artmıştır. Yönetim tarafından bu derece ilgi duyulmasının nedeni, kalite maliyet bilgilerinin önemi ve potansiyel kullanılabilirlikleridir. Bundan başka bu bilgi için daha temel neden vardır, o da aşağıdakilerden dolayı kalite maliyet bilgileri bir maliyet yönetim sistemi kurulmasında ve geliştirilmesinde önemlidir [7] :

- Kalite maliyet sistemi organizasyonel başarı ile ilgili önemli bilgiler verir (Hata oranları, yeniden işlem maliyetleri, garanti kapsamında giderilen hatalar vb...)

- Kalite maliyet sistemi, kalite maliyet verilerinin dış amaçlar yerine iç amaçlar için kullanılmasını sağlar.

- Kalite maliyet sistemi, her organizasyonun çevresine ve ihtiyaçlarına göre tasarlanır.

- Finansla ilgili olmayanlar da kalite maliyetlerinin ölçülmesinde görev alır.

- Kalite maliyetlerinin ölçülmesi, bir firmanın muhasebe sisteminden elde edilebilecek verileri kapsar ve yeni, bazen subjektif, verilerin geliştirilmesini sağlar.

Kalite maliyetleri, genellikle düşük kalitenin varolmasından kaynaklanan maliyetler olarak tanımlanır. Bir kalite maliyet sistemi kalite maliyetleri arasındaki tanımlama ve sınıflandırmayı kabul eder. Ancak bir kalite maliyet sisteminin amacı sadece kalite maliyet verilerini ölçmek ve raporlamak değil, kaliteyi geliştirmeye yardım etmektir. Bu amaca ulaşmak için, sistem bu sınıflandırma ile sınırlandırılmamalı ve gerektiğinde yeni tanımlar yapılmalıdır.

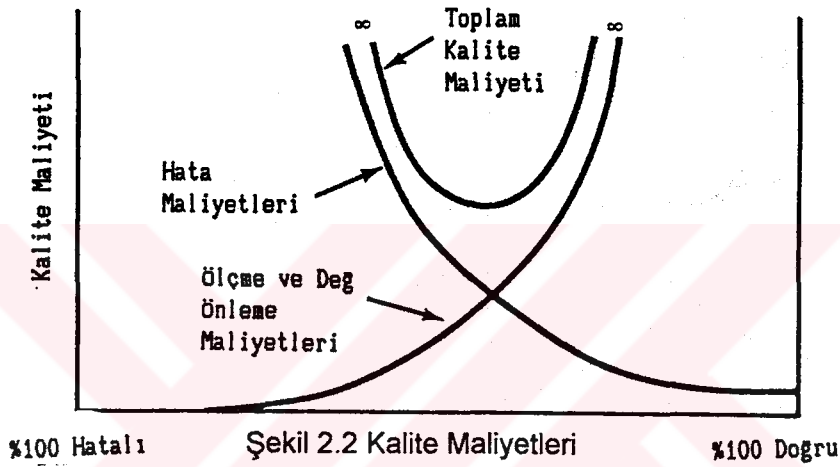
Bir kalite maliyet sistemi aynı zamanda önemli bir yönetim aracıdır ve bu nedenle maliyet muhasebesi kavramları ile sınırlandırılmamalıdır. Sadece maliyet muhasebesi prensipleri üzerine kurulmuş olan bir sistem yönetime kullanışlı bilgiler sunmaz, çünkü kalite maliyeti elemanları tahminler ve doğruluk gerektirir. Ancak bir nokta gözden çıkartılmamalıdır ki, o da durumsallıktır. Çünkü değişik

zaman periyotlarındaki maliyetlerin karşılaştırılması, maliyetler aynı şekilde ölçülmedikçe bir anlam taşımaz.

Eğer bir kalite maliyet sistemi bir yönetim aracı olarak tasarlanırsa, beraberinde geliştirilmiş kalite, yüksek verimlilik, daha iyi maliyet yönetimi gibi birçok unsurları beraberinde getirir [8].

2.6 Kalite Maliyetleri Arasındaki İlişkiler

Kalite maliyetlerinin birbirleriyle olan ilişkiler Şekil 2.2' de görülmektedir. "Toplam kalite maliyeti" üç maliyetin toplamından oluşmaktadır.



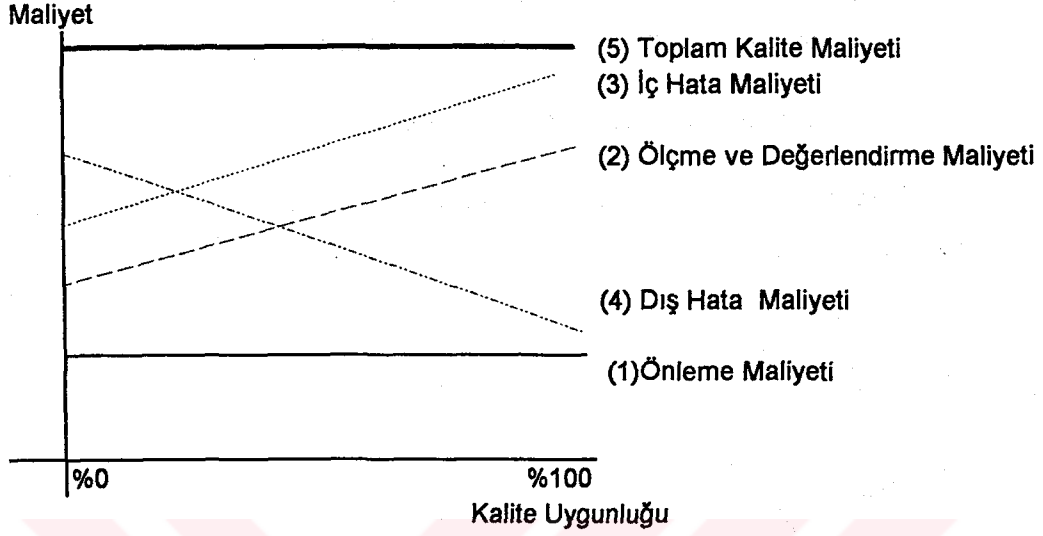
Hatalı oranı %100 iken hata maliyeti sonsuza ulaşmakta, önleme maliyeti sıfıra yaklaşmaktadır. Hatalı oranı sıfıra yaklaştıkça önleme maliyeti sonsuza uzanmakta, hata maliyeti ise sıfıra yaklaşmaktadır [9].

Kalite maliyet sisteminin amacı, istenen kalite düzeyinde toplam kalite maliyetini minimuma indirmektir. Temel kavram, önleme maliyetindeki bir artış, hata maliyetinde büyük bir düşüş sağlaması ve buna bağlı olarak toplam kalite maliyetinin düşmesidir [10].

Kalite maliyetleri arasındaki ilişki Şekil 2.3 ve 2.4' te görülmektedir (Hata maliyeti iç hata ve dış hata maliyeti olarak ayrılmıştır).

i) Ne kadar çok ölçme ve değerlendirme faaliyeti (2) yapılırsa, içeride o kadar hata yakalanır ve iç hata maliyeti (3) artar ve dış hata maliyeti o kadar düşer.

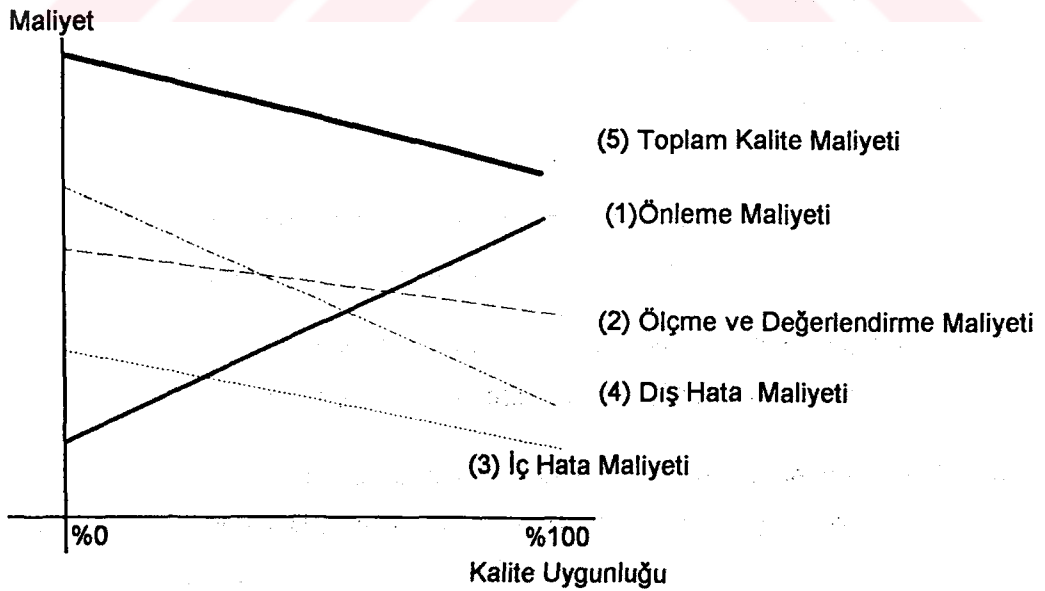
ii) Toplam maliyet bu durumda fazla değişmez, zira dış hata maliyetlerindeki düşüş, iç hata maliyeti ve ölçme ve değerlendirme maliyetindeki artışa bağlıdır.



Şekil 2.3 Kalite Maliyetleri Arasındaki İlişkiler - I

iii) Önleme maliyeti bu hareketlerden etkilenmez.

Önleme maliyeti arttığında ise durum şu şekildedir :



Şekil 2.4 Kalite Maliyetleri Arasındaki ilişkiler - II

i) Önleme maliyeti (1) arttığında, iç ve dış hata maliyetlerinin her ikisi de düşer.

ii) Kalitede her iki yönde de artış olduğundan, ölçme ve değerlendirme maliyetleri (2) düşer ve kalite uygunluğundaki her artış, toplam maliyette düşüş getirir.

Bu durumda kalite maliyetlerinde bir düşüş, verimlilikte bir artış sözkonusudur. Bu durum kalite maliyet programının esasıdır : "Önlemeye yapılan bir birim harcama, ölçme ve değerlendirmeye yapılan bir birim harcamaya göre çok daha faydalı ve önemlidir"[10].

2.7 Kalite Maliyetlerinin Analizi

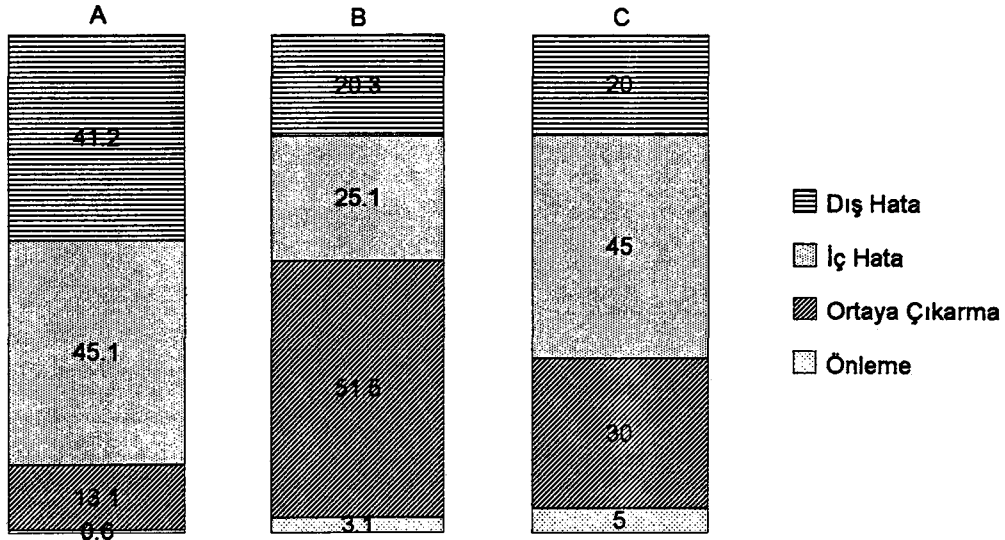
Kalite maliyetleri belirlendikten ve yapılandırıldıktan sonra, bunların analizi gerekir. Analiz süreci her maliyet kaleminin diğer maliyet kalemleri ve toplam maliyetlerle olan ilişkilerinin saptanmasını içerir. Bunun yanında maliyetlerin belirli bir zamana göre karşılaştırılması (örneğin bir ay önceki maliyetlerle karşılaştırılması) bu sürecin parçasıdır. Böyle bir karşılaştırma dönem içinde gerçekleştirilen üretimin yüzdesi olarak ifade edildiğinde daha anlamlı hale gelir.

2.7.1 Karşılaştırma Tabanları

Kalite maliyetlerinin en az üç tabana göre ifade edilmesi tavsiye edilmektedir. Bu taban ürün ve üretime ya da yapılan işlere göre farklılık gösterir. Bu tabanlar şunlar olabilir : (1) direkt işçilik (2) üretimle ilgili direkt işçilik (3) üretim çıktıları (4) katma değer (5) net satışlar

2.7.2 Üretim Hattı ya da Proses Göre Ayırma

Kalite konusunda öncelikli alanları ortaya koyabilmek için kalite maliyetleri üretim hattı ya da proses bazında detaylandırılmalıdır.



Şekil 2.5 Ayrı hatlar için kalite maliyetleri

Şekil 2.5 üç ayrı üretim hattı için kalite maliyetlerini göstermektedir. A hattı yüksek hata maliyeti ve düşük önleme ve ortaya çıkarma maliyetini göstermektedir. Ortaya çıkarma maliyeti B hattında daha yüksek görünmektedir. C hattında ise önleme maliyetleri yüksek görünmektedir. Ancak bu hatta iç hata maliyeti yüksek kalmaktadır. Bu durum önleme maliyetlerinin iç hata maliyetlerine yönelik olarak geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

2.7.3 Raporlar

Düzenli olarak ve haftalık, aylık ya da benzeri periyotlarla kalite maliyet raporları yayınlanmalıdır. Bu raporlar yapılan harcamaları (kalite maliyetlerini nelerin oluşturduğunu) ve karşılaştırma tabanlarını içermelidir.

Kalite maliyetlerinin raporlanması için çeşitli yöntemler vardır. Ne şekilde raporlanacağı, kimin raporlayacağına ve ne amaçla raporlama yapılacağına bağlıdır. Tablo 2.1 ve 2.2 'de çeşitli uygulamalar sonucu oluşmuş raporlama örnekleri yer almaktadır.

Raporların detayları daha çok üst yönetimin bakış açısına ve ihtiyaçlarına bağlıdır. Üst yönetim için kalite raporları, kalite programının başarısını gösteren önemli araçlardır. Orta seviye yönetim için kalite raporları bölüm ya da saha bazında seyri ortaya koyar ve daha çok hangi alanlarda ilginin yoğunlaştırılacağını belirler.

Grafikler trendlerin ve verilerin görsel olarak ifade edilmesinde faydalıdır.

Doğru olarak kullanıldığında daha doğru, daha ilgi çekici olurlar ve daha kolay anlaşılırlar [11].



Tablo 2.1 - Kalite Maliyetleri Raporu - I

TANIMLAR	BU AY			YILLIK		
	Kalite Maliyeti	Satış Yüzdesi	Diğer	Kalite Maliyeti	Satış Yüzdesi	Diğer
1 Önleme Maliyetleri						
1.1 Ürün Tasarımı						
1.2 Satınalma						
1.3 Kalite Planlama						
1.4 Kalite Yönetimi						
1.5 Kalite Eğitimi						
1.6 Kalite Denetimleri						
TOPLAM						
HEDEF						
2 Ortaya Çıkarma Maliyetleri						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
TOPLAM						
HEDEF						
3 Hata Maliyetleri						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
TOPLAM						
HEDEF						
TOPLAM:						
HEDEF:						
Net Satışlar						
Diğer Karşılaştırma Tabanları						

Tablo 2.2 : Kalite Maliyetleri Raporu - II

Tarih : _____				
KALİTE MALİYET RAPORU				
Önleme	Aylık		Kümülatif	
	Gerçekleşen	Bütçe	Gerçekleşen	Bütçe
.				
.				
.				
.				
.				
.				
Ortaya Çıkarma				
.				
.				
.				
.				
.				
İç Hata				
.				
.				
.				
.				
.				
Dış Hata				
.				
.				
.				
.				
.				
TOPLAM				
TOPLAM SATIŞLARA GÖRE ORAN				
TOPLAM STANDART ÇIKTI MALİYETİNE GÖRE ORAN				

BÖLÜM 3

KALİTE MALİYET PROGRAMI

3.1 Kalite Maliyet Programı

Aşağıda Quin ve Bhattı [12] tarafından hazırlanmış ve uygulanmış bir kalite maliyet programı yer almaktadır. Bu modelin amacı kalitede iyileştirme sağlamak ve toplam kalite maliyetini minimize etmektir.

Adım 1: Kalite probleminin belirlenmesi

Analist ve bölüm yöneticisi beraber bir proje başlatma formu hazırlarlar. Bu form kalite programını açık ve net olarak tanımlar. Form elde edilmesi gereken sonuçları net olarak içermelidir.

Adım 2: Kalite maliyetlerinin nasıl dağıldığı belirlenmeli ve analiz edilmeli

Kalite maliyetlerinin nasıl dağıldığı büyük titizlikle belirlenmeli ve analiz edilmelidir. Zira bu dağılım kalite probleminin doğası ile yakından ilgilidir.

Adım 2a: Departmanın çalışmaları personel yönünden sıralanmalı

Analist, bölüm yöneticisi ile birlikte aşağıdakileri belirlemelidir : (1) Bölüm içinde yerine getirilen değişik fonksiyonlar

(2) Her fonksiyonu yerine getiren çalışan sayısı

(3) Her fonksiyon için harcanan ortalama saat ücreti

Çalışanlar, fonksiyonlar ve ücretler Adım 2b' de anlatılan maddelerle birlikte kalite ile ilişkili aktivitelerin maliyetlerini hesaplamak için kullanılır.

Adım 2b : Departmanın faaliyetleri sıralanmalı

Analist, bölüm yöneticisi ve şefleri ile birlikte aşağıdakileri belirlemelidir.

- (1) Bölümün faaliyet (görev/operasyon) listesi
- (2) Her faaliyetin süresi
- (3) Kalite ile ilişkili faaliyetler
- (4) Kalite ile ilişkili faaliyetlerin hangi kategoriye girdiği - Önleme, ortaya çıkarma, iç hata ya da dış hata.

Bölümde yerine getirilen değişik faaliyetler, bu faaliyetlere harcanan zaman, her faaliyetin saat ücreti ve her faaliyetin kategorisi bilgileri ile analist kalite maliyeti özetini hazırlayabilir.

Adım 2c: Kalite maliyeti özetinin oluşturulması

Kalite maliyeti özeti, her kategorideki faaliyetin belirli bir periyottaki kalite maliyetini hesaplamak için kullanılır. Daha sonra bu maliyetler periyot bazında toplam önleme maliyeti, toplam ortaya çıkarma maliyeti, toplam iç hata maliyeti ve toplam dış hata maliyeti olarak birarada toplanır.

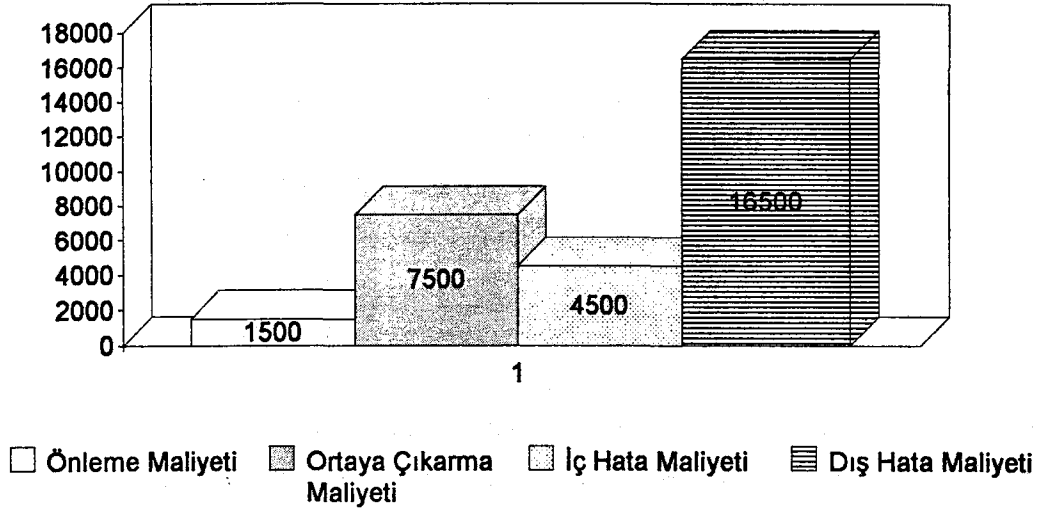
Analist, kalite maliyetlerinin sadece verilen ücretleri değil, firmanın katlandığı maliyetleri içerip içermediğine dikkat etmelidir.

Kalite faaliyet kategorilerine ait toplam maliyetler belirlendikten sonra, kalite maliyet raporları hazırlanabilir.

Adım 2d : Kalite maliyet raporunun hazırlanması

Her kalite faaliyet kategorisi için toplam maliyetler, toplam kalite maliyeti altında toplanır. Bu, bölümün kalite ile ilişkili faaliyetlere harcadığı parayı ifade eder.

Analist her kategoriye ait maliyeti, toplam maliyetin yüzdesi olarak ifade eder. Bu, her kalite maliyetinin mutlak değer ve yüzde olarak dağılımıdır.



Şekil 3.1 Kalite maliyetlerinin dağılımı

Şekil 3.1 'de görüldüğü gibi Toplam Kalite Maliyeti 30000 \$/ay 'dır. Bölümün toplam giderlerinin 100000 \$/ay olduğu gözönüne alınırsa, toplam kalite maliyeti %30 'dur. Bu, aylık giderlerin yaklaşık üçte biri kadardır ki, bölümde kalite problemleri olduğunu gösterir.

Adım 2e : Kalite maliyet raporunun ve maliyetlerin dağılımının analizi

Şekil 3.1 bir analist tarafından incelendiğinde aşağıdakiler görülebilir :

Bölüm, ürünler müşteriye ulaştıktan sonra çıkan hataları gidermek için oldukça fazla para harcamaktadır. Bu değer aylık toplam maliyetin %55 'i oranındadır.

Bölüm yapılan işin kontrolü ve doğrulanması için 7500\$ harcamaktadır ve bu arada bazı hataları yakalamaktadır (iç hata maliyetleri), ancak hataların büyük bir kısmı müşterilere kadar ulaşmaktadır (dış hata maliyetleri). Bu dağılımdan kontrol ve doğrulama fonksiyonunun çok yetersiz olduğu görülmektedir.

Üçüncü önemli nokta, hata maliyetleri çok yüksek olmakla birlikte (iç hata maliyeti, dış hata maliyeti), önlemeye harcanan paranın çok düşük olduğudur.

Bu analizden çıkartılabilecek sonuçlar aşağıdaki gibidir :

(1) Bölüm, hataların getirdiği maliyeti daha çok önleme konusuna yöneltmelidir.

(2) Kontrol, muayene ve doğrulama faaliyetleri daha sıkı yerine getirilmesi gerekir.

Adım 3: Değişik hata tipleri belirlenmeli

Analist, bölüm yöneticisi ve şefleri ile işbirliği yaparak hata tiplerini içeren bir liste hazırlar ve belirli periyotlar içinde kayıtları tutmak için form hazırlar. Bu adımın amacı aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- (1) Bir periyot içinde oluşan toplam hata sayısını belirlemek,
- (2) Değişik hata tiplerini belirlemek
- (3) Değişik hata tiplerinin frekanslarını belirlemek

Daha sonra Pareto analizi uygulanarak, toplam maliyetin büyük kısmını oluşturan hatalar belirlenmiş olur.

Adım 4: Hataların nasıl oluştuğu belirlenmeli

Tüm hata tipleri belirlendikten sonraki aşama, hataların nasıl oluştuğunun belirlenmesidir. Bu faaliyetin amacı hatanın firma/bölüm içinden ya da dışından kaynaklanıp kaynaklanmadığının belirlenmesidir.

İç hatalar, (1) bölümün kendisi tarafından yapılan hatalardır (girdi hatası, doğrulama hatası), (2) kalite maliyet çalışmasının yapıldığı bölüme hatalı girdiye neden olan ve başka bölümler tarafından yapılan hatalardır. Dış hatalar ise başka şirketler ya da müşterilerden kaynaklanan hatalardır ya da bunlara kadar ulaşan hatalardır.

İç hataların ve dış hataların birbirlerinden net olarak ayrılması çok önemlidir. Zira iç hatalar genel olarak bir bütün halinde kontrol edilebilirler. Bu hatalar ya tamamen ortadan kaldırılabilir ya da mümkün olan en alt seviyeye çekilebilir. Dış hataları kontrol etmek daha zordur ve azaltılması için bazı yöntemlerin dizayn edilmesi gereklidir.

Adım 5: İç hataların oluşmasına hangi fonksiyonların neden olduğu belirlenmeli

Bu adım bölüm içinde hangi faaliyetlerin hataya neden olduğunu belirlemek içindir. Aynı zamanda hatanın kaynaklanmasında etkili olan bölüm içi ve bölüm dışı faaliyetler de incelenir. Genelde hatanın kaynaklanmasına neden olan faaliyet bölümün kendi içinde yer alır.

Günümüzde bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile birlikte, analist hatanın birinci sorumlusunun bilgisayar ortamından kaynaklanıp kaynaklanmadığı konusunda emin olmalıdır. Zira hataların bir kısmı fonksiyondan değil, kullanılan bilgisayar sisteminin yetersizliğinden ya da yanlış tasarımı olduğundan kaynaklanıyor bilinmektedir.

Adım 6: Değişik fonksiyonlardan kaynaklanan hataların nedenleri ortaya konmalıdır.

Bu adım tüm yöntem içinde en faydalı olanlardan biridir. Bunun için,

- (1) Müdürler, şefler ve diğer bölüm çalışanları
- (2) Proje yöneticileri, sistem analistleri ve bilgi işlem departmanı programcıları, ve
- (3) Bölümün kendi müdürü, şefleri ve çalışanları biraraya gelerek her bir hatanın neden kaynaklandığını belirlerler ve bunları birer birer ortaya koyarlar.

Adım 7: Hataların ortadan kaldırılması veya azaltılması için çözümler formüle edilmeli

Adım 6 'nın sonunda analist aşağıdakileri içeren bir matris hazırlar :

- (1) hataya neden olan fonksiyonlar
- (2) hatanın kendisi
- (3) hatayı oluşturan spesifik nedenler

Adım 7 'de analistin görevi, hatanın nedenine yönelik çözümleri ortaya koymaktır. Bu faaliyet yine ilgili müdürler ve şeflerin işbirliği ile gerçekleştirilir. Bu çözümlerin amacı, hataların tekrar oluşmasını önleyecek şekilde olacaktır. Bu çözümler iki kısım altında toplanabilir :

a) Bölümüçi

- (1) Kaliteye miktardan daha fazla önem verilmesi
- (2) Bulunulan pozisyon ile ilgili daha fazla teknik eğitim
- (3) Bölüm içindeki iş akışının reorganizasyonu

b) Bölümdışı

- (1) Bölümlerarası girdi ve çıktı ilişkilerinin iyi tanımlanması ve anlaşılması
- (2) Çalışanların daha iyi eğitimi

Adım 8: Dış hataların nedenleri ortaya konmalıdır

Bu adımda Adım 6 'da anlatılan faaliyetlerin aynısı yerine getirilir.

Adım 9: Dış hataların ortadan kaldırılması veya azaltılması için çözümler formüle edilmeli

Bu adımda Adım 7 'de anlatılan faaliyetler yerine getirilir.

Adım 10: Çözümlerin uygulanması için bir takvim oluşturulmalı

Oluşturulan takvim, personelin eğitiminden, iş akışının reorganizasyonuna kadar uzanan faaliyetlerin yaklaşık başlama ve bitiş tarihlerini içerir.

Bazı faaliyetler çok kısa sürede tamamlanabileceği gibi, uzun sürede de tamamlanabilir. Bazı faaliyetler ise sürekli gerçekleştirilebilir (personelin eğitimi vb... konular).

Adım 11: Geliştirme hedeflerinin belirlenmesi

İç ve dış hataları ortadan kaldırmaya ya da azaltmaya yönelik çözümler ortaya konduktan sonra, analistin bir sonraki işi, departman müdürü ve şefleri ile birlikte gelişme hedeflerinin belirlenmesidir.

Bu çalışma sırasında bazı noktaların gözönünde bulundurulması gerekmektedir:

- (1) Dış kaynakların neden olduğu hatalar çok yavaş olarak azalır.
- (2) İç kaynakların neden olduğu hatalar ilk olarak yavaş yavaş azalır, ancak daha sonra oluşturulan çözümlerin etkisi ile hızla azalır.
- (3) Hiçbir zaman iç ve dış hatalar sıfıra inmez.

Adım 12: Programın çalışmasının izlenmesi

Analist program oluşturulup, çalıştırıldıktan sonra belirli bir süre içinde çalışmasını izlemelidir. Zira pilot uygulama ve yaygın uygulama sırasında çıkabilecek hatalara sadece analist müdahale edebilir. İzleme programının bir parçası olarak analist, bölüm yöneticileri ile temas halinde bulunarak onların dikkatini kalite maliyet programı faaliyetlerine yöneltmelidir :

- (1) Kaliteye harcanan paralar ortaya çıkarma faaliyetlerinden önleme faaliyetlerine yönelir.
- (2) Önlemeye yönelik faaliyetlerin etkisiyle kalite yükselir ve hatalar azalır.
- (3) Dış kaynaklı ve iç kaynaklı hatalar birarada azaldığında,
 - (a) İç hata maliyetleri azalır
 - (b) Dış hata maliyetleri azalır
 - (c) Kalitedeki gelişme nedeniyle, ortaya çıkarma maliyetleri de düşer.
- (4) Sonuç olarak muayene, kontrol ve doğrulama personeli sayısı azaltılabilir.
- (5) Bu durum Toplam Kalite Maliyetinde düşüş sağlar ve verimlilik artar. Çünkü aynı işler daha az personel ile yapılır.
- (6) Önleme faaliyetlerinin etkisi görüldüğünde, verimlilik başka bir şekilde de artar. Departman içinde iş akışı daha düzenli, girdiler daha net olduğundan bölüm aynı zaman içinde daha fazla iş yapabilir ya da aynı iş daha az personel ile yapılabilir.

Analist Kalite Maliyet Programının devreye sokulmasının son aşamasında bölüm yöneticisine şu konularda yardımcı olmalıdır :

- (1) Kalite maliyetlerinin yeni dağılımlarının belirlenmesi. Bunun sonucunda önleme maliyetindeki artışların diğer maliyetlerde nasıl bir düşüş sağladığı görülecektir.
- (2) Yeni ve daha düşük olan Toplam Kalite Maliyetinin, bölüm giderlerinin yüzdesi olarak hesaplanması.

- (3) Dış ve iç hatalardaki düşüşlerin grafiksel olarak ifade edilmesi
- (4) Verimlilikteki artışın hesaplanması

3.2 Kalite Maliyetlerinin Azaltılması

Bu bölümde W.N.Moore [13] 'un ele aldığı kalite maliyetlerinin azaltılması konusu yer almaktadır.

Kalite maliyet programı, maliyetleri iyileştirmeye yönelik programlar olmalı ve tüm yönetim ekibini içermelidir. Bir kalite maliyet programı aşağıdaki noktalardan oluşmalıdır:

- Yüksek maliyet alanlarının belirlenmesi
- İyileştirme için hedeflerin konması
- Harekat programlarının planlanması
- Harekata geçmek için organizasyon yapılması
- Sonuçların ölçülmesi

Kalite maliyet programının da diğer çalışmalarda olduğu gibi başarıya ulaşabilmesi için organizasyonun diğer bölümlerinin de desteği gerekir.

3.2.1 Yüksek Maliyet Alanlarının Belirlenmesi

Potansiyel iyileştirme olanaklarının belirlenmesi için ortaya çıkarma ve hata maliyetleri analiz edilir. Hangi bölümlerde hurda ve yeniden işlem maliyetleri yüksektir, hangi ürün daha yüksek hurda işleme ve garanti maliyetine sahiptir, muayene ve deney maliyetleri nerede daha yüksektir, gibi sorular cevaplandırılmalıdır. Ürün maliyet analizi gibi, yüksek maliyet ve yüksek faaliyet alanlarından işe başlanmalıdır. Böylelikle yüksek para ve çabanın sarfedildiği yerler belirlenmiş olur. Potansiyel alanları belirlemek için Pareto analizi kullanılabilir.

3.2.2 İyileştirme için Hedeflerin Konması

Genelde kalite maliyetlerinin bir kısmı direkt ürün maliyeti olarak düşünülmez ve iyileştirme programları oluşturulmaz. Bu nedenle birçok alanda

analizler sonucu iyileştirme programları oluşturulmalıdır.

Her duruma ait faktörler gözönüne alınarak yönetim tarafından hedefler ortaya konmalıdır. Önemli olan amaçların belirlenmesi ve bu amaçların yerine getirilmesi ile ilgili sorumlulukların net olarak tariflenmesi ve atanmasıdır.

Makul hedeflerin konması birçok kereler, elde yetersiz bilgilerin olması nedeniyle zorlaşır. Üretim hatlarının çeşitliliği nedeniyle karşılaştırmaların yapılabilmesi için gerekli bilgiler ya yetersiz ya da anlamsız kalır.

Bir operasyonun maliyetlerini bir diğeriyle karşılaştırmak her zaman mümkün olmayabilir. Bunun en önemli nedeni maliyetlerin farklı şekilde raporlanmasıdır. Kalite maliyetlerinin en düşük ekonomik seviyelerini etkileyen faktörler aşağıdakilerdir :

- 1) Üretim Oranı
- 2) Müşteri İstekleri
- 3) Ürün Karmaşıklığı

Gerçekleşen kalite maliyetleri, kalite programının tipi (önlemeye yönelmiş ya da muayeneye yönelmiş), tüm personelin kaliteye ve kalite iyileştirmeye bakış açıları ve üretim faaliyetlerinin yeteneği gibi konulardan etkilenir.

Bu faktörler gözönüne alınarak, maliyetlerin hedeflenmiş seviyeleri tahmin edilebilir.

3.2.3 Harekat Programlarının Planlanması

Ortaya çıkarma ve hata maliyetlerini düşürmeye yönelik programların planlanması, diğer geliştirme programlanması ile aynıdır : yüksek maliyet alanlarının belirlenmesi, hedeflerin azaltılması, alternatiflerin ortaya konması, bu alternatiflerden bir stratejinin seçilmesi ve gelişmeyi sürdürecekt gerekli adımların planlanması. Aşağıda ortaya çıkarma maliyetlerinin düşürülmesi için değişik alternatifler yer almaktadır :

- 1) Planlamadaki ek bir çaba, ortaya çıkarma ve hata maliyetlerindeki

düşüş için karlı olabilir mi?

2) %100 muayene ya da parti parti muayene yerine ürün denetimleri kullanılabilir mi?

3) Geliştirilmiş bir teslimatçı seçimi ve kontrol programı toplam maliyetleri düşürebilir mi?

4) Muayene noktaları en yüksek faydayı sağlayacak şekilde mi konumlandırılmış?

5) Muayene istasyonları ve yöntemleri en etkin şekilde mi oluşturulmuş?

6) Muayene ve deney faaliyetlerinin otomasyonu, özel amaçlı cihazlar ya da bilgisayar kontrollü teçhizat kullanarak ekonomik şekilde sağlanabilir mi?

7) Muayene ve deney raporlama fonksiyonu bilgisayar kullanarak daha etkin hale getirilebilir mi?

8) Ürün muayenelerini azaltılabilmek için hatalı üretimi önleyecek şekilde prosesi kontrol altında tutmak mümkün olabilir mi?

9) Firma dışında laboratuarlara yaptırılan testler firma içinde daha ucuza gerçekleştirilebilir mi?

10) Bazı görevler yüksek ücretli enspektörler yerine, daha düşük ücretli operatörler tarafından yapılabilir mi?

Görüldüğü gibi yukarıdaki faaliyetler, kalite kontrol bölümü tarafından yapılacak faaliyetlerdir. Hata maliyetlerinin düşürülebilmesi için ise diğer bölümlerin de faaliyette bulunması gereklidir. Aşağıda hata maliyetlerinin düşürülmesi için değişik alternatifler yer almaktadır :

İç Hata :

1.) Yüksek maliyet elemanları biliniyor mu ve sorumlulara rapor ediliyor mu?

1a.) Hurda ve yeniden işlem maliyetleri, düzeltici önlemlerin uygulanabilmesi için saha sorumlularına iletiliyor mu?

1b.) Mühendislik giderleri, yüksek maliyete neden olan sebepleri belirlemek ve harekate geçmek için mühendislik şeflerine iletiliyor mu?

1c.) Yan sanayiden kaynaklanan kayıplar, harekate geçmek için satınalma ve giriş kalite kontrol bölümlerine iletiliyor mu?

2.) Montaj sahalarında bulunan hatalar ilgili bölümlere ve yan sanayi

firmalarına düzeltici önlem başlatabilmek için rapor ediliyor mu?

3.) Uygun olmayan ürünler ekonomik olduğu durumlarda hurdaya ayrılıyor mu?

4.) Yüksek hata oranlarının gerçekleştiği sahalarda bunu getirmek için çaba sarfediliyor mu, yoksa bu durum kanıksanmış mı?

5.) Düzeltici faaliyet planı, herhangi bir hatayı ortadan kaldırmak için dizayn ya da takım değişikliği talep edebilecek kadar geniş mi?

6.) Tüm bölümleri kapsayan, koordineli bir kalite iyileştirme çalışması var mı?

7.) Kalite iyileştirme çalışması düzenli toplantıları, programlı projeleri ve raporlanmış sonuçları içeriyor mu?

Dış Hata :

1.) Yüksek maliyet problemleri belirlenmiş ve tekrarını önleyecek önlemler alınmış mı?

2.) Garanti giderleri, geçerlilik açısından değerlendiriliyor ve gerektiğinde önlemler alınıyor mu?

3.) Geri dönen ürünler ekonomik şekilde işleme tabi tutulup, tamir edilip müşteriye geri gönderiliyor mu?

3.2.4 Harekata Geçmek İçin Organizasyon Yapılması

Uygunsuzluk problemlerinin birçoğu kalite kontrol bölümünün tek başına çözemeyeceği problemlerdir. Üretim mühendisliği, tasarım mühendisliği ve kalite kontrolden birçok insanın problemi çok yönden ele alması gerekir. Koordineli bir çaba gerektiren her problem rapor edilmelidir. Bu rapor, problemi tam olarak tariflemeli ve muhtemele nedenlerini ortaya koymalıdır. Gerçekleşen ve tahmin edilen kayıplar belirtilmeli ve düzeltici faaliyet planı dökümanite edilmelidir. Sorumluluklar ve terminler ilgili birimlere atanmalı ve bunlar üzerinde görüş birliğine varılmalıdır. Öngörülen tasarruflar belirtilmeli ve gerçekleşenler kaydedilmelidir.

3.2.5 Sonuçların Ölçülmesi

Sonuçların ölçülmesi için toplam kalite maliyetlerine ve oranlara bakmak

yeterli değildir. Etkin bir programla toplam maliyette bir düşüş olmasına rağmen, kısa dönemdeki değişimler çalışmanın değerlendirilmesi için yeterli değildir. Bazı durumlarda toplam maliyet, ücretler ve malzeme fiyatları yüzünden yükselebilir, ancak iyileştirme programı başarılıdır. Zira program büyük yükselmeleri önlemiştir.

3.3 Kalite Maliyetlerinin Azaltılması İçin Rehber

Bu bölümde Ronald J. Williams [14] 'ın ele aldığı kalite maliyetlerinin azaltılması konusu yer almaktadır.

Kalite maliyetleri organizasyonun birçok fonksiyonununu ilgilendirdiğinden problem sahaları birçok yerde olabilir. Bu problemlere karşı hareket edebilmek için analizlerin titizlikle yapılması gerekir. Böyle bir ihtiyaç olduğunda, tüm fonksiyonlardan girdileri kullanan bir stratejik program geliştirilmelidir. Her kalite maliyet programının amacı, kaliteyi geliştirme ve kalite maliyetlerini düşürmektir. Bu amaçlar aşağıdaki şekilde sağlanabilir :

• Geçmişteki Performansın ve Şimdiki Durumun Gözden Geçirilmesi

Böyle bir gözden geçirme geçmişteki performansın, şimdiki şartların ve gelecekteki potansiyelin belirlenmesi için gerçekçi bir yaklaşım getirir. Tipik göstergeler şunlardır :

- a.Müşteri şikayetleri
- b.Kalite maliyetleri
- c.Red oranları
- d.Hurda oranları
- e.Testler

Zayıf yönlerin belirlenmesi için önemli bir araç kalite denetimleridir. Önceden nerede, şimdi nerede bulunduğu, ileride bulunulacak yerin kararlaştırılması için belirlenmesi gerekir.

Kalite programı ile ilişki içinde bulunan birçok çevre faktörü vardır.

•Amaçların Belirlenmesi

Durumun gözden geçirilmesi ve çevreye ait bilgiler yardımıyla kalite programının güçlü ve zayıf yönleri belirlenebilir. Spesifik amaçların, gerçekleştirme tarihleri ile ortaya konması gerekir. Amaçlar güçlü yönlerin devam ettirilmesi ve zayıf yönlerin geliştirilmesini kapsamalıdır. Kısa ve uzun vadeli amaçlar belirlenmelidir.

•Stratejinin Seçilmesi

Amaçlar oluşturulduktan sonra, bir strateji formüle edilmeli ve açıkça tanımlanmalıdır :

•Amaçları yerine getirmek için mümkün olan tüm yöntemler gözönüne alınmalı ve alternatif stratejiler oluşturulmalıdır :

- 1.Kayıtlar, raporlar, diğer bilgiler,
- 2.Şirketin diğer stratejileri,
- 3.Konu ile ilgili uzmanlık ve tecrübeler,
- 4.Diğer departmanların stratejik planlaması

kullanılmalıdır.

• Pratik uygulamalar getiren alternatifler geliştirilmelidir.

- 1.Kalite programının belirlenen güçlü ve zayıf yönleri,
- 2.Diğer departmanlar üzerindeki etkisi,
- 3.Müşteri ve rakiplerdeki muhtemel değişikliklerin etkisi
- 4.Durumun gerçekliği,

gözönüne alınmalıdır.

• Nihai strateji seçilmeli ve dökümanite edilmelidir.

- 1.Şirketin diğer stratejileri ile uyumu
- 2.Stratejinin en zayıf elemanı,

3.Yürütülmesi en zon olan bölüm

4.Stratejinin ekonomisi gözden geçirilmelidir.

Bu adımların yerine getirilmesi, stratejinin amaçları karşılamaadaki başarı şansını arttırmaktadır.

• *Programın Yürütülmesi*

Etkin programlamanın anahtar faktörleri şunlardır :

- Çalışma gruplarının atanması. Mümkün olan insan kaynaklarının en iyi şekilde değerlendirilmesi
- Grup elemanlarına projenin önemi, sorumlulukları, katkıları ve yönetim desteği konusunda bilgi verilmesi
- Projenin açıkça tanımlanıp, tariflenmesi
- Projenin takvime uygun olup olmadığının gözden geçirilmesi ve gerektiğinde değişiklik yapılması.
- Oluşturulmuş amaçlara ulaşmak için projede esnekliğin sağlanması.
- Çalışmaların ve sonuçların raporlanması ve geri beslemesi

• *Planın Raporlanması ve Geliştirilmesi*

Programın etkinliğinin analizi ve ölçümü varolan programın yönetimi için bir rehber, gelecekteki stratejik planlar için bir yön gösterici niteliği taşır. Rapor üç bölümü içermelidir :

A. Tüm stratejilerin özet raporu

- Tüm stratejilerin listesi ve ilgili talimatlar
- Tanımlayıcı ifadeler
- Faydalar
- Maliyetler
- Onay imzası

B. Her stratejiye ait rapor

- Strateji adı
- Amacın tanımlaması
- Tanımlar
- Toplam maliyet
- Takvim

- Onay imzası

C. Her stratejinin düzenli durum raporu

- Her projenin tarihe göre bulunduğu durum
- Maliyetler ve faydalar
- Planlardaki ayarlamalar

Kalite sistemi muayene ve testlerden daha fazlasını içermelidir. Her bölüm müşterinin kalite isteklerinin karşılandığının güvence altına alınmasından sorumludur. Sorumluluklar açıkça tarif edilmeli ve atanmalıdır. Kalite herkesin sorumluluğudur. Genellikle sorumluluklar aşağıdaki gibidir :

• **Pazarlama**

- Müşteri ile liazonun sağlanması
- Müşterinin kalite isteklerinin ve kabul edilebilir kalite seviyesinin belirlenmesi
- Ürün kalite ve kalite sistem gereklerinin açık ve tam olarak tariflendiğinin garanti altına alınması
- Müşterinin ürün kalitesi ve performansı konusundaki görüşlerinin araştırılması
- Bu görüşlerin devamlı olarak ilgili bölümlere raporlanması

• **Mühendislik**

- Tasarımlarda kalitenin ve emniyetin gözönüne alınması.
- Müşterinin kalite gereksinimleri ile ilgili ürünlerin tasarlanması.

• **Üretim**

- Karşılanması çok pahalı ya da pratik olmayan çizimlerin ve spesifikasyonların ortaya çıkarılması.
- Kalite gereksinimlerini sağlayan faaliyetlerin gerçekleştirilmesi.
- Mühendislik tarafından oluşturulan çizimlere ve spesifikasyonlara uygun ürünlerin üretilmesi

• **Kalite Güvence**

- Ürünün, müşterinin kalite gereksinimlerini karşıladığının garanti altına alınması

- Hatalı ürünleri önleyecek ekonomik kontrollerin oluşturulması
- Spesifik kalite maliyet amaçlarının oluşturulduğunun ve yerine getirildiğinin güvence altına alınması.
- Yönetimin kalite maliyetleri konusunda bilgilendirilmesi.

• **Satınalma**

- Firma kalite isteklerini yerine getirebilen yan sanayi firmalarının seçilmesi
- Yan sanayi firmalarının mevcut kalite istekleri konusunda bilgilendirilmesi.
- Yan sanayi firmaları ile kalite problemleri konusunda çalışılması.

• **Endüstriyel İlişkiler**

- Kalite konusunda insan faktörünün belirlenmesi.
- Müşterinin kalite isteklerini karşılayabilecek insangücünü oluşturacak personelin araştırılması, seçimi, eğitimi ve terfiinin gerçekleştirilmesi.
- Çalışanlarla düzenli olarak kalitenin önemi konusunda toplantıların yapılması.

Problem sahalarının bulunması kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Ancak, maliyet karşılaştırması için anlamlı standartların oluşturulması kolay ve pratik değildir. Bir kalite maliyet sistemi firmanın özel ihtiyaçlarına göre oluşturulmalıdır. Bunun için birçok analitik teknik vardır. En genel iki teknik şunlardır :

TREND - Şimdiki ve geçmişteki maliyet seviyelerinin ve seyirlerinin karşılaştırılması.

PARETO - Probleme etki eden faktörlerin listelenmesi ve önem derecesine göre sıralanması

Problem tanımlandıktan, raporlandıktan ve ilgili personel hareket için biraraya geldikten sonra, iş başlamıştır. Kişilerin çabaları planlanmalı, koordine edilmeli, takvime bağlanmalı, yürütülmeli ve takip edilmelidir. Problemler genelde iki çeşide ayrılır : Birincisi, bir kişinin ya da bölümün tek başına, dışarıdan çok az yardım alarak ya da hiç almadan çözebileceği problemlerdir. İkinci tip ise, nedenleri hiç bilinmeyen, bir çok faktörün kombinasyonundan oluşan ve bir bölümün kontrolü dışında bulunan problemlerdir.

Birinci tip problemlerin üstüne gidip çözmek için karmaşık sistemlerin bulunmasına gerek yoktur. Bunların birçoğu işin yapıldığı yerde mühendisler, formenler ya da diğer çalışanlar tarafından çözülebilecek problemlerdir. Genellikle çalışan personel amirlerinin onayı olmadan, belirlenen sınırlar içinde düzeltici faaliyeti işleme koyabilirler.

İkinci tip problemler genelde daha maliyetlidir ve daha zor çözüme ulaşırlar. Bu tip problemlerin nedenleri ciddi ve bilinmez olurlar. Çözüm birçok kaynaktan faaliyet gerektirir. Problemin araştırılması ve çözümün planlanması, etkin olabilmesi için koordine edilmeli ve takvime bağlanmalıdır. Bunun yapılabilmesi için en iyi araçlardan biri kalite geliştirme komitesidir. Bu komite problemlerin çözülmesi için planlar geliştirir, daha sonra araştırma ve faaliyetler için koordinasyonu ve takvime bağlamayı gerektirir.

Bir kalite maliyet programında hata maliyetlerini düşürmek için aşağıdaki örnek önlemler alınabilir :

1. Tüm ilgili personelin problemin ve muhtemel hataların ortaya kaldırılması konusunda çaba sarfetmesi sağlanmalı.
2. Diğer çalışanlar da problemleri çözme konusunda heveslendirilmeli.
3. Çalışanların katılımıyla planlı araştırmalar gerçekleştirilmeli.
4. Gerçekleştirilen faaliyetler takip edilmeli.

Bu noktaya kadar ortaya çıkan problemlerin nasıl çözümleneceğinden ve maliyetlerin azaltılacağından bahsedilmiştir. Ancak problemleri çıktıktan sonra çözmek yerine, problemlerin oluşumunu önlemek daha faydalıdır. Önleme faaliyetleri iki temel şekil içerirler :

- Çalışanlar programın kendilerini ya da çalışmalarını içeren yönleri konusunda bilgilendirilmelidirler. Planlanmış toplantılar, sözlü iletişim, grafikler, raporlar ve filmler bu konuda etkilidirler.
- Kalite geliştirme için her çalışanın kendi fikrini sunabilmesini sağlayacak bir yol olmalıdır. Her fikir değerlendirilmeli ve çalışanlar sonuçları konusunda bilgilendirilmelidir.
- Çalışanların, hedeflerin konmasında rol alması bazen diğer planlanan amaçlardan daha yüksek amaçların konmasını sağlar.
- İyi fikirler ve konulan amaçlara ulaşmadaki başarı herkes tarafından

bilinmelidir. Bunun bilinmesi için çeşitli yollar vardır.

Aşağıda çeşitli bölümlerde önleme faaliyetleri için gözönüne alınması gereken noktalar yer almaktadır :

Pazarlamada Önleme

- A. Müşteri gereksinimleri
- B. Garanti
- C. Ürün performansı / müşteri tatmini

Tasarımda Önleme

- A. Kullanım için emniyet
- B. Karlı üretilebilirlik
- C. Problemlerin ortaya çıkartılmasında katılım ve tasarımdan kaynaklanan hataların giderilmesi

Kalite Güvencede Önleme

- A. Sözleşmedeki müşteri gereksinimleri gözden geçirilmeli
- B. Kalite gereksinimleri belirlenmeli

Bazen ortaya çıkarma maliyetleri toplam kalite maliyetinin yarısını oluşturur. Birçok kalite maliyet programı ilk olarak hata maliyetlerinin düşürülmesi ile ilgilenir.

Ortaya çıkarma maliyetlerinin düşürülmesi için çeşitli teknikler vardır :

• Operatörün yaptığı muayene sisteminin avantajları

- Operatör hattaki tüm parçalarla ilgilenir.
- Genelde yaptığı işi en iyi kendisi bilir.
- Hataları en çabuk giderebilecek kişidir.

• **% 100 muayenenin avantajları**

- Son muayenede hatalı çıkması muhtemel parçaların daha sonraki işlemlerden geçmesi önlenir.
- Düzeltici faaliyetlerde kullanılabilecek kalite performansı ile ilgili verileri sağlar.

• **Operatörün yaptığı muayenenin ve % 100 muayenin dezavantajları**

- Rutin hale gelir, ayrılan fireler karşısında, hataları önlemeye yönelik hassasiyet azalır.
- Muayenelerin tekrarı olabilir ve muayene maliyetleri artabilir.

• **İlk parça kontrolün avantajları**

- Seri üretim başlamadan hatalar ortaya çıkartılır ve düzeltici önlemler alınır.
- Hatasız üretimlerde giderlerden tasarruf edilmiş olur.

• **Üretim sırasında kabul kontrolü**

Bir operasyondan geçen parçalar diğer operasyona verilmeden önce belirli zaman aralığında parti halinde kontrol edilir.

Avantajları :

- Üretimin her aşamasında kalite seviyesini kontrol etmek mümkündür.
- Problem alanlarının belirlenmesi için veri sağlar.

Dezavantajları :

- Parçalar tamamlandığından hataları önlemez.
- Parçaların hareketini geciktirir.
- Sürekli akan üretimlerde uygulanması zordur, zira kontroller üretimin akışını durdurabilir.

• **Ekipmanın ve Yöntemlerin Geliştirilmesi**

Muayene ve deney maliyetlerinin azaltılmasındaki en etkin yollardan biri işi yapmak için kullanılan ekipmanın ve yöntemlerin geliştirilmesidir. Muayene ve deneyler üretim faaliyetinin bir parçası olarak görülmediklerinden genellikle ölçülmez ve kontrol edilmezler. Bu neden çok etkin değildir. Ekipmanın ve yöntemlerinin geliştirilmesinin ilk adımı yüksek maliyet alanlarının belirlenmesidir. Bunun için örneğin bir Pareto dağılımı oluşturulmalı ve yüksek maliyet alanlarına konsantre olunmalıdır.

• **İstatistiksel Kalite Kontrol**

Proses içi kontrol, kabiliyet analizleri, kontrol diyagramları ve örnekleme muayeneleri için faydalı araçlar kullanılabilir.

• **Muayenelerin Doğruluğu**

Yanlış kalite kararları nedeniyle gerçekleşen hata maliyetleri vardır :

- Kabul edilebilir malzemenin reddedilmesi
- Hatalı olarak ayrılması gereken malzemenin kabul edilmesi

Müşterinin isteklerinin karşılanıp karşılanmadığını belirmeye yönelik ürün performansı ile ilgili yeterli veriyi sağlayacak birçok kaynak vardır. Yeterli veriyi sağlamak genellikle bu kaynakların kombinasyonları ile mümkündür ve bu kombinasyonlar ürün ve pazara göre farklılık gösterirler. Bazı bilgi kaynakları şunlardır :

- Kalite maliyetlerindeki değişimler
- Sahalardaki hatalar ve tamir raporları
- Tesis aşamasındaki raporlar
- Firmanın ve rakiplerin bitmiş ürünlerdeki ömün testleri
- Müşteri görüşlerine dayalı pazar araştırmaları
- Yedek parça satışlarına ait raporlar
- Müşteri şikayetleri
- Gerçekleştirilen ürün denetimleri

3.4 Kalite Yönetimi İle Maliyet Düşürme

Hizmete yönelik bir kalite programının başarısı, üretime yönelik bir kalite programının başarısı ile aynı şekilde ölçülür. Yani karlılığı arttırmalı ve firmanın saygınlığını korumalı ve geliştirmelidir. Son senelerde kalite ile ilgilenenler hizmete yönelik kalite programı konusunda birçok çalışma yapmışlar ve başarı ile birçok şirkete uygulamışlardır.

Bu bölümde yer alan hizmete yönelik kalite programı, üretimle doğrudan ilişkisi olmayan çalışanları ve yönetimi kapsamaktadır. Herhangi bir kalite programı başarılı olması için aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır :

- Ölçülebilmelidir,
- Tekrarlanan hataları ortaya koymalıdır,
- Yüksek maliyetli hataları ortadan kaldırmalıdır,
- İstatistiksel verileri sağlamadır.

Üretim sektöründeki tekniklerle hizmet sektörü kalite maliyetlerinin ölçümü mümkün değildir. Ancak bu durum kalite maliyetlerinin gözönüne alınmasını engellemez. Gerekli olan sadece başka yaklaşımlardır. Yani varolan raporlar ve verilerle hizmet fonksiyonları için bir kalite maliyet tabanı oluşturulmalıdır. Örneğin :

- Daha önceden belirlenmiş ortalama bir maliyet ile ortaya çıkan hata sayısı çarpılarak bir hata maliyeti bulunur.
- İşleri kontrol için harcanan zaman, standart saat ücreti ile çarpılarak ortaya çıkarma maliyeti bulunur.
- Düzeltici faaliyetler için harcanan zaman, standart saat ücreti ile çarpılarak önleme maliyeti bulunur.

Aşağıda Hartford Sigortacılık Grubu [15] 'nda uygulanan hizmet kalite maliyet programı yer almaktadır.

3.4.1 Metodoloji

Adım I . Programın Yönetime Sunulması : Bu programın başarıya ulaşabilmesi için ihtiyaçların ve amaçların tümü yönetim tarafından tanınmalı ve üzerinde görüşbirliğine varılmalıdır.

1. İhtiyaçlar : Kalite, aşağıdaki nedenlerden dolayı hizmet alanlarında geliştirilmelidir. (Aşağıdaki noktalar konusunda mümkün olduğu kadar somut örnekler verilmelidir.)

1.a Sabit hataların maliyeti

- Hatalar nedeniyle kağıt üzerindeki çalışmaların %17 - 25 'i tekrarlanmaktadır.

- Muhasebeden kaynaklanan hatalar karlılığı etkileyebilir.

1.b Çalışanların demotive olmaları

1.c Şirketin saygınlığı

1.d Terminleri yakalamada (gerçekleştirmede) olumlu etki

1.e Müşteri şikayetleri

2. Amaçlar : Bu programın amacı,

2.a İhtiyaç nedenlerini minimize etmek

2.b Problemlerin tanımlanması ve düzeltici faaliyetlerin yardımıyla her aşamada yönetimin sağlanması

2.c Kalite seviyesini ve bu konudaki ilerleme ya da gerilemeyi yönetime gösterecek raporlamanın sağlanması.

Adım II : Yönetimin taahhütü ve katılımı ile hizmet kalite maliyet programı geliştirilebilir ve yürütülebilir. Bu kalite maliyet programı aşağıdaki altı noktayı içerir :

1. Taahhüt / Liderlik : Taahhüt ve liderlik bir kalite programı için yukarıdan aşağıya doğru gelmelidir. Kalite, üst yönetimin taahhütü ve katılımı olmadan başarıya ulaşamaz.

2. Örnekleme : Kabul edilebilir hata ve gerçekleşen hata oranı bilindikten sonra standart örnekleme tabloları kullanılabilir. Örnekleme, %100 kontrol yerine aşağıdaki nedenlerden dolayı tavsiye edilir :

- Örnekleme, programın gereklerini yerine getirir.
- %100 kontrol para ve zaman olarak maliyetlidir.
- %100 kontrol sadece %85 etkindir.

3. Kontrol : Örneklenen parçalar yazılı talimatlara uygunluk açısından kontrol edilirler. İşi yapandan farklı bir kişi konuyu bildiği sürece dökümanların kontrolünü yapabilir.

4. Kayıt : Verilerin kaydedilmesinin amacı analiz yapılabilmesi ve hata trendinin oluşturulabilmesi için veri sağlamaktır. Uygun kayıt, kimin hata yaptığını ve bir bölümün gelişip gelişmediğini göstermeye yarar. Bu proses aşağıdakiler yardımıyla belirlenen hataları içerir :

Örnekleme, firma içindeki diğer birimler, müşteri, satıcı gibi firma dışındaki diğer kaynaklar.

5. Analiz : Kayıtlı verilerin analiz edilmesi yöneticiye o bölüm ile ilgili hataların sınıflandırılmasını ve o bölümün önemli problemlerinin ortaya konmasını sağlar.

6. Düzeltici Faaliyet : Önemli problemler ortaya konduktan sonra yönetici, hatanın nedenine yönelik düzeltici faaliyetler planlayabilir. Hatanın giderilmesinde önemli olan, ileride bu hataların sürekli olarak ortaya çıkmasını önlemek ve kalite gelişmeyi sağlamaktır.

Adım III - Detaylar

1. Programın yürütülmesi için öncelikle yerine getirilmesi gereken anahtar elemanlar :

- Çalışma sürecinde yeralan hizmet fonksiyonlarının belirlenmesi
- Şu andaki kalite maliyetlerinin belirlenmesi
- Ortaya çıkarma yönteminin tanımlanması
- Kayıt, analiz ve raporlama için gerekli prosedürlerin geliştirilmesi.

a. Fonksiyonların belirlenmesi

Sadece tek bir tip fonksiyonla ilgilenecek zaman kaybedilmemelidir. Ancak üretime katkıda bulunan kabul, sevkiyat, mühendislik, muayene ve pazarlama gibi fonksiyonlar üzerinde konsantre olunmalıdır.

b. Şu andaki kalite maliyetlerini belirlenmesi

Ortaya çıkarma, önleme ve hata maliyetlerini içeren standart maliyetlerin belirlenmesi ve kalite tabanlı bir ölçümü sağlamak için hesap uzmanlarından faydalanılmalıdır. Proses, iç ve dış hatalar için farklı maliyetlerin geliştirildiğinden emin olunmalıdır.

c. Ortaya çıkarma yönteminin tanımlanması

Firma içindeki en ekonomik ve etkin ortaya çıkarma yönteminin ne olduğu belirlenmelidir. Bazı durumlarda %100 kontrolün kullanılması gerekir, ancak genellikle örnekleme tabloları kullanılabilir. Ortaya çıkarma yöntemi yapılan işin bir parçası değildir. Bu, hataların belirlenmesi için en ekonomik yöntemdir.

2.Yürütme

- Kalite programının nasıl kullanılacağı konusunda ilk yöneticiler eğitilmelidir. Eğitim, verilerin nasıl analiz edileceği ve düzeltici faaliyet planlarını oluşturmak için yönetim tekniklerini içermelidir.

3. Yönetime Sunulan Rapor aşağıdakileri içermelidir :

- Kalite maliyetleri
- Hata trendi
- Düzeltici faaliyet planı

a. Kalite Maliyetleri

- Kalite maliyetleri hem mutlak değer olarak, hem de satışların ya da

bütçenin oranı olarak gösterilmelidir.

b. Hata Trendi

- Mevcut trendin, amaçlara göre durumu ve gelişmeler gösterilmelidir.

c. Düzeltici Faaliyet Planı

- Bu rapor problemlerin tanımı ve bunlar hakkında düzeltici faaliyet tanımlarını içermelidir. Bu bölüm daha önceki düzeltici faaliyet planlarının başarılı olup olmadığını ve tamamlanıp tamamlanmadığını içermelidir.

4. Sorumluluklar

a. Hesap Uzmanı

- Standart maliyetlerin oluşturulması ve doğrulanması
- Gerçekleşen ilerlemeyi gösteren kalite raporlarının oluşturulması

b. Kalite Yöneticisi

- Hesap uzmanının oluşturduğu standartların değerlendirilmesi ve analizi
- Problemler, aşağıdaki soruları sorarak diğer yöneticiler ile tartışılmalı :
 - Etkin düzeltici önlemler alınıyor mu?
 - Hatanın nedenine yöneliyor mu, yoksa hatalar çeşitli defalar tekrarlanıyor mu?
- Periyodik olarak gözden geçirmelidir. Hizmet süreci, bir üretim sürecine göre daha çabuk değişir. Kalite sistemi bu değişikliklere göre güncellenmez ise kısa sürede geçerliliğini kaybeder.
- Kalite sistemi denetlenmelidir. Bu denetleme istenenlerin gerçekleşip gerçekleşmediğini ortaya koyar.

3.4.2 Sonuç

Hizmet sektörüne yönelik bir kalite programı, kalite ile ilgilenenlerin gerçek bir yönetici olmasını ister. Üretim kalite programı ile hizmet kalite programı arasındaki en büyük farklılık üretim prosesindedir. Nihai ürünler

Üretimde sabittir. Ancak hizmet sektöründe prosesin sabit olmasına karşılık, çıkan sonuçlar farklı olabilir. Hizmet kalite maliyet sistemi, üretimde olduğu kadar bilimsel olamaz, ancak karlılık yönetimi ile daha etkin ve daha az maliyetlidir.



BÖLÜM 4

ÇOK AMAÇLI KARAR VERME MODELLERİ

4.1 Çok Amaçlı Karar Verme Modelleri

Günümüz karmaşık örgütsel ortamında karar verici; çelişen çıkarlar, eksik bilgi ve sınırlı kaynakların var olduğu bir ortamda, bir amaçlar kümesine mümkün olan en yüksek düzeyde erişimi hedefleyen kişi durumundadır. Karar vermenin sağlamlığı, bu kararın örgütsel amaçlarda sağladığı erişim düzeyi ile ölçülür. Bu nedenle örgütsel amaçların tanımlanması karar vermenin temelini oluşturur. Kararlar aynı zamanda hükümet düzenlemeleri, halkın refahı, yaşam kalitesi, yenilenemeyen kaynakların kullanımı ve benzer çevre koşulları üzerindeki uzun dönemli etkileri gibi çevresel etkenlerce de kısıtlanmaktadır. Bu yüzden en iyi eylem tarzını belirlemek için, çoklu ve çelişen örgütsel amaçların ve çevresel etkenlerin kapsamlı bir çözümlemesi gerçekleştirilmelidir. Çok amaçlı programlama teknikleri, bu gereksinmeyi karşılamaya yöneliktir [16]

Karar verme elde edilebilir tüm alternatifler arasından bir ya da birkaçını seçme prosesidir. Bir karar verme modelinde şu bileşenler yer alır :

- i) Karar Verici
- ii) Kısıtlar
- iii) Amaçlar
- iv) Alternatifler
- v) Kaynaklar

En genel halde karar verici, çevrenin, sürecin ve kaynakların oluşturduğu kısıtları tatmin eden bir çözüme ulaşmada birden fazla kriteri gözönünde bulundurma durumundadır [17]. Klasik matematik optimizasyon teknikleri ile karar verme modeli, tek kritere dayanan enbüyüklenecek veya enküçüklenecek bir amaç fonksiyonu ve genellikle birden fazla kısıt denklemi ile temsil edilmektedir. Kısıtları tatmin eden ve amaç fonksiyonunu arzu edilen doğrultuda

en iyileyen çözüm "optimum çözüm"dür.

En genel anlamda çok amaçlı programlama modeli,

$$\begin{aligned} \text{Max } f(x) &= [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)] \\ g_i(x) &\leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ için} \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

şeklinde tanımlanabilir.

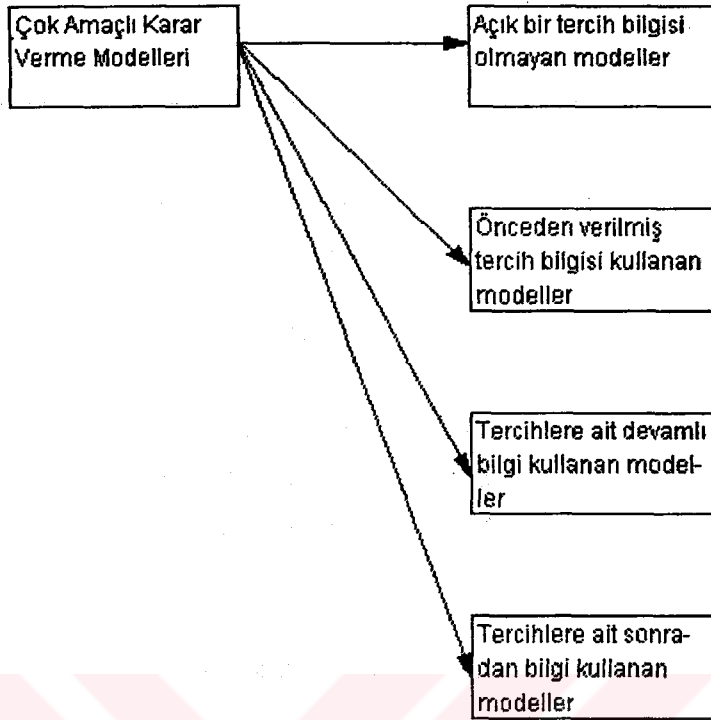
Burada maksimizasyon, baskın çözümler kümesinin belirlenmesi anlamındadır. Baskın çözüm, hiçbir amacın erişim düzeyinin, diğer bir amacın erişim düzeyini azaltmaksızın artırılmadığı bir çözümdür.

Baskın noktaların üretilebildiği ve amaçlar arasındaki takasların hesaplanabildiği varsayıldığında, karar vericinin tercihleri olmaksızın baskın bir çözümün seçimi olanaksızdır. Bu nedenle birden fazla amaç bulunduğu geleneksel en iyileme teknikleri doğrudan en iyi çözümü belirleyemez. Çok amaçlı çözümlemelerin gerekliliği, yeni matematiksel tekniklerin geliştirilmesine ve diğerlerinin de birden fazla amacın ele alabilecek şekilde değiştirilmesine yol açmıştır.

Çeşitli çok amaçlı karar verme problemlerine ait çözüm yöntemleri çeşitlilik göstermektedir. Fakat bu çeşitliliğe rağmen bu yöntemler benzer karakteristikleri paylaşırlar :

- a) Yargı için kriterler kümesi
- b) Karar değişkenleri kümesi
- c) Alternatilerin karşılaştırılması süreci

Çok amaçlı karar verme modelleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir :



Şekil 4.1 Çok Amaçlı Karar Verme Modelleri

4.2 Çok Amaçlı Karar Verme Modelinin Matematiksel İfadesi

Bir çok amaçlı karar verme modelinin matematiksel ifadesi aşağıdaki şekildedir :

$$(I) \quad \text{Max } [f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)]$$

$$(II) \quad g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

ya da vektör notasyonu içinde

$$(I) \quad \text{Max } f(\underline{x})$$

$$(II) \quad g(\underline{x}) \leq 0 \quad (\underline{x} - n \text{ boyutlu vektör})$$

Burada (I) no 'lu terim amaç fonksiyonunu, (II) no 'lu terim kısıtları ifade etmektedir. Problem k-adet amaç denklemini ve m adet kısıtı göstermektedir. $f_i(x)$ ya da $g_i(x)$ fonksiyonlarından herhangi biri ya da ikisi birden nonlinear olabilir. Bu problem Vektör Maksimum Problemi (VMP) olarak ifade edilir.

4.3 Hedef Programlaması Yöntemi

Hedef programlaması yönteminin temel ilkesi, karar vericiden herbir amaç için erişilmesini arzu ettiği bir hedef değer belirlenmesinin istenmesidir. Bu

yönteme göre "tercih edilen çözüm ", bu hedef değerlerden sapmaları minimize eden çözümdür. Böylece VMP nin hedef programlama şeklindeki fomülasyonu aşağıdaki gibi olacaktır :

Amaç fonksiyonu :

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+)^a]^{1/a}, \quad a = 1$$

Kısıtlar :

$$g_k(x) \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad \forall i$$

$$d_i^- \cdot d_i^+ = 0, \quad \forall i$$

Burada $B_i, i = 1, 2, \dots, m$ karar verici tarafından amaçlar için belirlenmiş hedef değerlerdir. d_i^- ve d_i^+ ler i inci hedeften eksi ve artı sapmaları göstermektedir. a 'nın değeri, karar vericinin değer fonksiyonuna, $D(x)$ bağlıdır.

Hedef programlama formülasyonunun en yaygın kullanılan şekli, karar vericinin, amaçlar için hedef değerler belirlemesine ilave olarak, amaçların önem derecelerine göre sıralanması ile ilgili sözlü bilgiyi verebileceğini de kabul etmektedir. O halde VMP 'nin hedef programlama şeklindeki formülasyonu aşağıdaki şekli almaktadır [18] :

$$\text{Min } [p_1 h_1(d^-, d^+), \dots]$$

Kısıtlar :

$$g_k(x) \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad \forall i$$

$$d_i^- \cdot d_i^+ = 0, \forall i$$

Burada $h_j(d^-, d^+)$, $j=1, 2, \dots, l$ sapma değişkenlerinin lineer fonksiyonları olup, başarıma fonksiyonları adıyla anılırlar. Burada p_j ' ler boş gölge ağırlıklardır ve $p_j \gg p_{j+1}$ dir. Bunun anlamı p_j , p_{j+1} den çok daha büyük olup $w + p_{j+1} > p_j$ yapacak, hiçbir büyük w sayısının olmadığı kabul edilir,

Bu yöntemle çözüme ulaşmada önce $h_1(d^-, d^+)$ enküçüklenir. En küçük değeri $h_1 = h_1^*$ olsun. Daha sonra $h_2(d^-, d^+)$ enküçüklenir. Fakat her durumda h_1 , h_1^* dan büyük olamaz. Böylece, daha az önemli nitelenen başarıma fonksiyonu, daha önemli başarıma fonksiyonunun zararına tatmin edilemez. Bu süreç $h_1(d^-, d^+)$ enküçüklenene dek devam eder.

Hedef programlamanın yararlı tarafı, karar vericinin amaçlara sayısal olarak ağırlıklar vermesini gerektirmemesidir. Sadece onların önem derecelerine göre sıralamasını sözlü olarak ifade etmesi yeterli olmaktadır. Ancak bu amaçlar arasında değersel bir tercih yapmasını gerektirmektedir. Çünkü $h_{i+1}(d^-, d^+)$; minimize edilirken;

- Şayet $h_i \leq h_i^*$ ise h_i için h_{i+1} üzerindeki değer tercihi sıfırdır.

- İlk $(i-1)$ tane başarıma fonksiyonu minimize edildikten sonra h_i için elde edilen minimum değer h_i^* olduğu yerde şayet $h_i > h_i^*$ ise h_i için h_{i+1} üzerindeki değer tercihi sonsuzdur. Bu değer değiş-tokuşu varsayımı kuvvetli bir varsayımdır ve karar verici tarafından tesbit edilen hedef değerlerle ve amaçlar arasında yapılan sıralama ile karşılıklı etkileşimlidir. Diğer bir deyişle birbirlerine karşı hassastırlar.

4.4 Lineer Hedef Programlaması

Bir çok amaçlı karar verme problemi, bir VMP olarak en genel halde şöyle ifade edilir :

$$(I) \quad \text{Max } [f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)]$$

$$(II) \quad g_i(x) \leq b_k \quad i = 1, \dots, m$$

$$x \geq 0$$

$\underline{x}$, n-boyutlu karar değişkeni vektörüdür. Aynı problem bir lineer hedef programlaması olarak şu şekilde ifade edilebilir :

Amaç fonksiyonu :

$$\text{Min } Z = [h_1(d^-, d^+), h_2(d^-, d^+), \dots, h_i(d^-, d^+)]$$

Hedef denklemleri :

$$g_k(\underline{x}) + d_k^- - d_{k+1}^+ = b_k, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

$$f_i(\underline{x}) + d_{k+1}^- - d_{k+i}^+ = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0, \forall_i$$

$$d_i^- \cdot d_i^+ = 0, \forall_i$$

Yukarıdaki hedef denklemlerini sağlayan ve karar ortamının belirlediği hedef denklemlerle b_k , karar vericinin orjinal amaçlar için belirlediği hedef değerlerden b_i , sapmaları ifade eden başarıma fonksiyonları $[h_i(d^-, d^+)]$ nın oluşturduğu yeni amaç fonksiyonunu minimize eden $\underline{x}$ bulunacaktır.

Görüldüğü gibi, bu problemde amaç fonksiyonu daha önce tanımlanan başarıma fonksiyonlarından oluşmakta, orjinal amaç fonksiyonları hedef denklemleri haline dönüşmüş olmaktadır. Böylece m tane orjinal amaç fonksiyonu, p tane kısıttan oluşan VMP tek amaçlı $(p+m)$ hedef denklemlili lineer programlama problemi haline dönüşmüştür. Hedef programlamada, önem sırasına göre her defasında bir amaç fonksiyonu hedef denklemi haline dönüşecektir. Bir hedef programlama formülasyonunun temel adımları şu şekildedir :

- Sapma değişkenleri ile beraber hedeflerin belirlenmesi
- Hedeflerin önem derecelerine göre sıralanması
- Sapma değişkenleri ve önem sırasını dikkate alarak amaç fonksiyonunun belirlenmesi

BÖLÜM 5

KALİTE MALİYETLERİ OPTİMİZASYON MODELİ

5.1 Modelin Amacı

Modelin amacı temel alınan üretim sahasında gerçekleşen kalite maliyetini optimize etmektir. Kalite maliyetleri optimize edilirken karar vericinin belirlemiş olduğu hedefler gözönüne alınmaktadır. Aynı zamanda karar verici kalite maliyetlerinin optimizasyonu için üretimin hangi noktalarında, hangi hataları önlemeye yönelik faaliyetlerde bulunması gerektiğini öğrenmek istemektedir .

5.2 Uygulama Alanı

Kalite maliyetleri optimizasyon modeli elektrik motorları üreten bir firmadaki gerçekleşen değerler gözönüne alınarak kurulmuştur. Bu firmada elektrik süpürgesi motor hattı inceleme alanı içinde tutulmuştur.

Altı ay boyunca yapılan analiz sonuçları, toplam 29 çeşit hatanın ortaya çıktığını göstermektedir. Altı aylık veri alınmasının nedeni daha önce sağlıklı veri sisteminin oluşturulmamış olmasıdır. Tablo 5.1 'de hataların aylara göre dağılımı ve toplam hata sayısına göre yüzdeleri yer almaktadır.

5.3 Hataların Sınıflandırılması

Hataların sınıflandırılması Pareto analizi ile yapılmıştır. Tablo 5.1 'de görüldüğü gibi, hata A, B, C şeklinde önem derecelerine göre ayrılmıştır. A grubu hatalar toplam hata sayısı içinde %70 'lik bir orana sahiptir. Aynı şekilde B grubu %20, C grubu %10 'luk bir orandadır.

Pareto analizi yapıldığında aşağıdaki hata sınıfları elde edilmiştir :

- H1 : Rulman Sesi
- H2 : Motorlarda Vibrasyon
- H3 : Kıvılcım
- H4 : Fan Sürtmesi
- H5 : Motor Çalışmıyor
- H6 : Klemens Kopuk
- H7 : Diğer Hatalar

5.4 Karar Vericinin Hedefleri

Karar verici esas olarak toplam kalite maliyetini optimize etmek istemektedir. Bunun için,

- Katlanabildiği hata oranı
- Bütçe
- Ulaşmak istediği kusursuz üretim oranı (bu üretime karşılık gelen hata oranı)

gibi kısıtları yer almaktadır. Karar vericinin hedefleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

(1) Hata maliyetlerini minimize etmek istemektedir. Burada öngördüğü maliyet değerinden pozitif yöndeki sapmaların minimizasyonu karar verici açısından yeterlidir.

(2) Önleme faaliyetlerine harcadığı bütçeden olacak pozitif sapmaları da minimize etmek istemektedir. Ancak karar verici kalite maliyetleri arasındaki ilişkileri düşünerek bütçe değerini yüksek tutmaktadır. Yani kalite maliyetlerini önleme faaliyetlerine yöneltmek istemektedir.

(3) Hata oranlarını minimize, yani hatasız üretimi maksimize etmek istemektedir. Ancak teknoloji, bilgi ve tecrübe düzeyini, kendisine malzeme sağlayan yan sanayi firmalarını gözönüne alarak sıfır hatanın şu an mümkün olmadığını görmekte, bu nedenle katlanabildiği hata oranını belirtmektedir. Ancak aynı zamanda ulaşmak istediği kusursuz üretim hedeflerini de ortaya koymaktadır. Bunları belirlerken hataları kendine göre sınıflandırmıştır.

Tablo 5.1 Pareto Analizi

HATALAR	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM	YÜZDE	KÜM.YÜZDE	GRUP
Rulman Sesi	62	98	25	84	118	114	84	585	28.40%	28.40%	A
Vibrasyon	104	42	32	76	99	138	23	514	25.20%	53.60%	A
Kivircim	12	24	42	115	42	71	59	365	17.50%	71.10%	A
Fan Sürtnesi	51	110	22	12	7	12	4	218	10.60%	81.70%	B
Motor Çalışmıyor	32	14	2	17	4	12	16	97	4.70%	86.40%	B
Klemens Kopuk	5	3	0	3	9	45	11	76	3.70%	90.10%	B
Fan Göbeği Mil.	3	9	0	25	1	14	0	52	2.00%	92.10%	C
Sargı Yanık	4	1	1	2	1	14	11	34	1.60%	93.70%	C
Tel Kopuk	0	5	1	9	3	6	5	29	1.40%	95.10%	C
Gövde Çatlak	7	5	1	4	3	2	6	28	1.40%	96.50%	C
Fan Kapağı Çatlak	2	0	0	4	4	6	4	20	1.00%	97.50%	C
Hava Sesi	2	1	0	0	1	4	2	10	0.50%	98.00%	C
Fan Göbeği Kopuk	0	0	0	1	1	2	0	4	0.20%	98.20%	C
Rotor Sürtniyor	0	0	0	0	0	3	0	3	1.50%	98.70%	C
Üst Muhafaza D.	0	1	0	0	0	0	0	1	0.05%	99.20%	C
Emiş Düşük	0	0	0	0	0	0	0	1	0.05%	99.70%	C
Diğer Hatalar	0	0	0	0	1	0	0	1	0.05%	100.00%	C
Kaynak Hatası	0	0	0	0	0	0	0	0			
E.G. Darbelli	0	0	0	0	0	0	0	0			
Mil Çapı D.	0	0	0	0	0	0	1	0			
Balans Bozuk	0	0	0	0	0	0	0	0			
Rulman Y.B	0	0	0	0	0	0	0	0			
Kısa Devre	0	0	0	0	0	0	0	0			
Kömür Sesi	0	0	0	0	0	0	0	0			
Maylar Yırtık	0	0	0	0	0	0	0	0			
Şaseye Kaçak	0	0	0	0	0	0	0	0			
Koll. Lam. Atık	0	0	0	0	0	0	0	0			
Fan Kapağı Oturmuyor	0	0	0	0	0	0	0	0			
Endüvi Balans Tutmuyor	0	0	0	0	0	0	0	0			

Toplam Hata Sayısı :2038

5.5 Modelin Kurulması

Yukarıda sıralanan hedefler gözönüne alınarak aşağıdaki çok amaçlı karar verme modeli oluşturulmuştur :

Amaç denklemleri :

$$(1) \text{ Min } f_1 = C_1 (n - x_1) + C_2 (n - x_2) + \dots + C_7 (n - x_7)$$

C_i : hata maliyeti $i = 1, 2, \dots, n$

x_i : i. operasyondan hatasız çıkan ürün sayısı

n : Toplam üretim miktarı

Bu denklem hata maliyetlerini ifade etmektedir. Toplam üretimden hatasız üretim miktarının çıkartılması hata sayısını verecektir. Bu sayının hata maliyeti ile çarpılması toplam hata maliyetini verecektir.

$$(2) \text{ Min } f_2 = S_1 x_1 + S_2 x_2 + \dots + S_7 x_7$$

S_i : birim başına düşen önleme maliyeti

S_i 'ler hatasız üretilen her bir mamul başına düşen önleme maliyetini vermektedir. Burada önleme maliyetleri sadece hatasız ürünlere yüklenmektedir. Zira hatalı ürünlerde bu maliyet hata maliyeti olarak ortaya çıkmaktadır.

(1) no 'lu amaç denkleminde x_i 'lerin maksimizasyonu amacın minimizasyonunu sağlar. (2) no 'lu amaç denkleminde ise x_i 'lerin minimizasyonu amaç denkleminin minimizasyonunu sağlar. Görüldüğü gibi iki amaç denklemi birbiriyle çelişmektedir. İki denklemin kesiştiği nokta optimum maliyeti verecektir.

Kısıtlar

$$(3) \quad x_1 \leq p_1 * n$$

$$(4) \quad x_2 \leq p_2 * n$$

$$(5) \quad x_3 \leq p_3 * n$$

$$(6) \quad x_4 \leq p_4 * n$$

$$(7) \quad x_5 \leq p_5 * n$$

$$(8) \quad x_6 \leq p_6 * n$$

$$(9) \quad x_7 \leq p_7 * n$$

$$(10) \quad x_i \geq r_i * n$$

p_i : Karar vericinin ulaşmak istediği hatasız üretim oranı

r_i : Karar vericinin katlanabildiği hata oranı

(3) - (9) numaralı denklemler karar vericinin ulaşmak istediği noktayı ifade etmektedir. (10) numaralı denklem ise karar vericinin katlanabildiği hata seviyesini vermektedir.

Amaç denklemleri ve kısıtlar hedef programlama denklemlerine çevrildiğinde aşağıdaki denklemler elde edilir.

Amaçlar :

$$(1) \quad C_1 (n - x_1) + C_2 (n - x_2) + \dots + C_7 (n - x_7) - d_1^+ + d_1^- = a_1$$

a_i : Karar vericinin belirlediği hedef değer

$$(2) \quad S_1 x_1 + S_2 x_2 + \dots + S_7 x_7 - d_2^+ + d_2^-$$

(1) no 'lu denklem düzenlenirse aşağıdaki hali alır.

$$n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1 x_1 + \dots + C_7 x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

Yukarıdaki (1) ve (2) no 'lu amaç denklemleri modelde kısıt halini almıştır.

Bu denklem düzenlenirse aşağıdaki elde edilir :

Amaç :

$$\text{Min } P_j (d_k^+, d_k^-)$$

$$i = 1.....n$$

$$k = 1.....9$$

Kısıtlar :

$$(1) \quad n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) \quad S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) \quad x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) \quad x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) \quad x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) \quad x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) \quad x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) \quad x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) \quad x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

$$(10) \quad x_i \geq r_i * n$$

Bu modelde kullanılacak olan maliyet değerleri, model kullanılmadan önce maliyet analizi sonucu elde edilmelidir.

Yukarıdaki modelde (1) no' lu denklem karar vericinin (1) no 'lu hedefini, (2) no 'lu denklem kara vericinin (2) no 'lu hedefini (3) - (10) no 'lu denklemler ise karar vericinin (3) no 'lu hedefini karşılamaya yöneliktir.

5.6 Modelin Çözümü

Model lineer hedef programlamasının iterativ yaklaşım ile çözülmüştür. Bunun için karar verici değişik maliyet değerleri için değişik amaçlar ve bütçe değerleri ortaya koymuştur. Aşağıda karar vericinin değişik maliyet değerleri karşısındaki amaçları ve sonuçları yer almaktadır.

Çözüm : 1**Maliyetler :**

$C_1 = 200$

$C_2 = 700$

$C_3 = 400$

$C_4 = 300$

$C_5 = 500$

$C_6 = 600$

$C_7 = 400$

$S_1 = 4$

$S_2 = 5$

$S_3 = 3$

$S_4 = 7$

$S_5 = 2$

$S_6 = 4$

$S_7 = 3$

$a_1 = 7500$

$r_1 * n = 171.5$

$a_2 = 4850$

$n = 175$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+, d_2^+), P_2 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

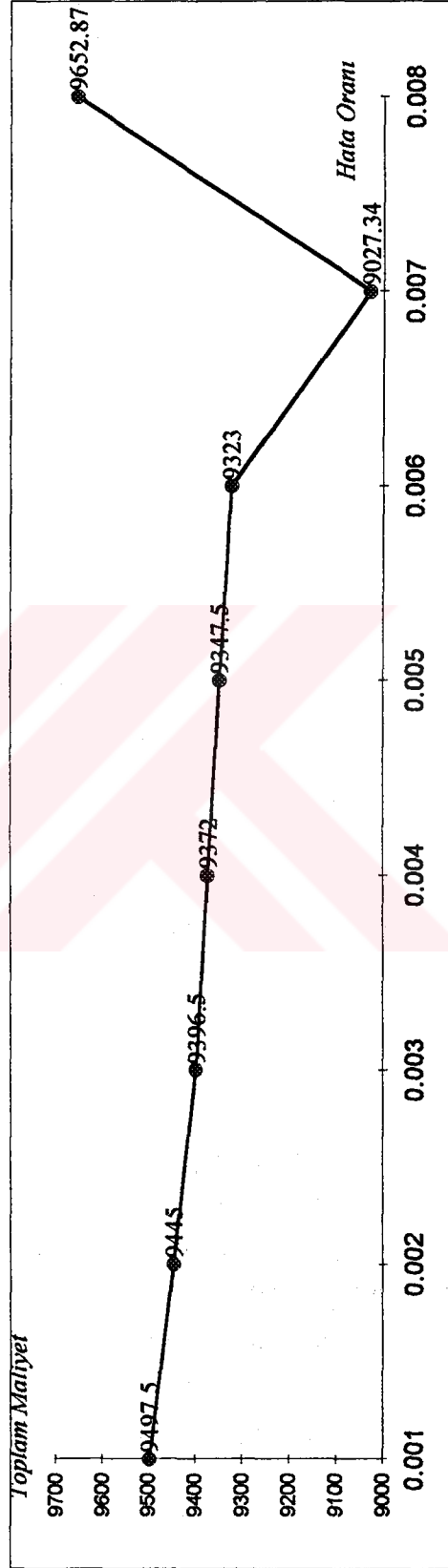
$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.2 : Çözüm 1 'e ait değerler

Hata Oran xi	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	
x1	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x2	171.5	171.5	171.58	172.14	172.7	173.26	173.775	173.6	
x3	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x4	171.5	171.5	171.5	171.5	171.5	171.5	173.5322	172.0571	
x5	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x6	173.525	174.05	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x7	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
Toplam Maliyet	9497.5	9445	9396.5	9372	9347.5	9323	9027.34	9652.8697	

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz oranına karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.1 : Çözüm 1 'e ait grafik

Çözüm : 2

Maliyetler :

$$C_1 = 700$$

$$S_1 = 6$$

$$C_2 = 400$$

$$S_2 = 3.5$$

$$C_3 = 600$$

$$S_3 = 5$$

$$C_4 = 300$$

$$S_4 = 3$$

$$C_5 = 200$$

$$S_5 = 2.5$$

$$C_6 = 400$$

$$S_6 = 3$$

$$C_7 = 300$$

$$S_7 = 4$$

$$a_1 = 4000$$

$$a_2 = 4700$$

$$r_i * n = 171.5$$

$$n = 175$$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+), P_2 (d_2^+), P_3 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

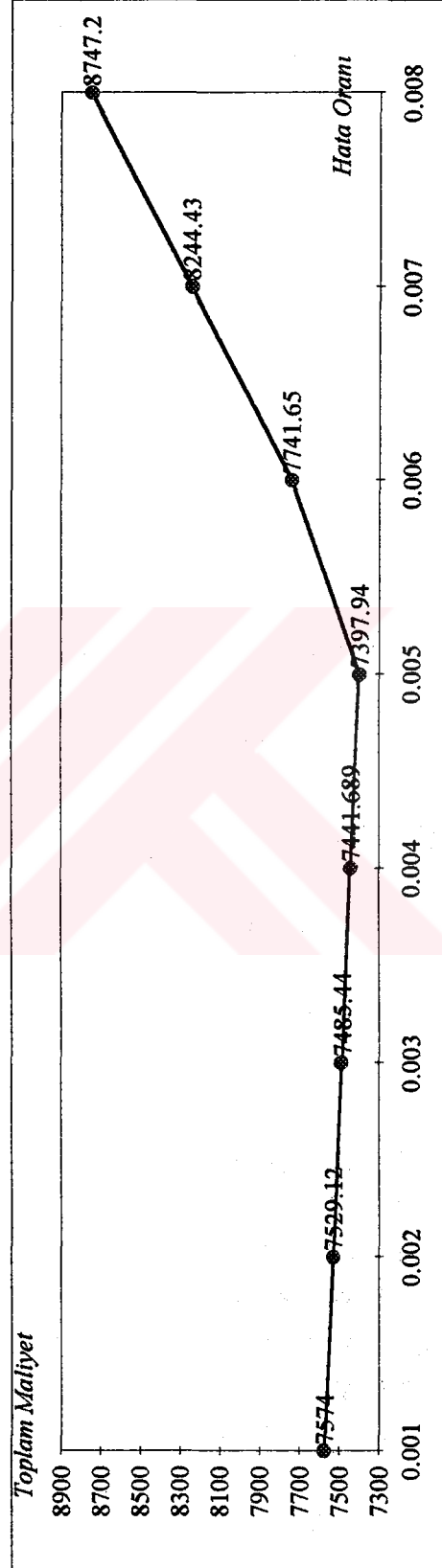
$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.3 : Çözüm 2 'ye ait değerler

Hata Oranı xi	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008
x1	171.5	172.0584	172.6708	173.283	173.8958	173.95	173.775	173.6
x2	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x3	174.76	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x4	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x5	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x6	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x7	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
Toplam Maliyet	7574	7529.12	7485.44	7441.69	7397.94	7741.65	8244.425	8742.2

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz oranına karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.2 : Çözüm 2 'ye ait grafik

Çözüm : 3**Maliyetler :**

$C_1 = 400$

$S_1 = 4$

$C_2 = 600$

$S_2 = 3$

$C_3 = 400$

$S_3 = 7$

$C_4 = 300$

$S_4 = 2$

$C_5 = 500$

$S_5 = 4$

$C_6 = 600$

$S_6 = 3$

$C_7 = 200$

$S_7 = 2$

$a_1 = 2500$

$a_2 = 4900$

$r_i * n = 171.5$

$n = 175$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+, d_2^+), P_2 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

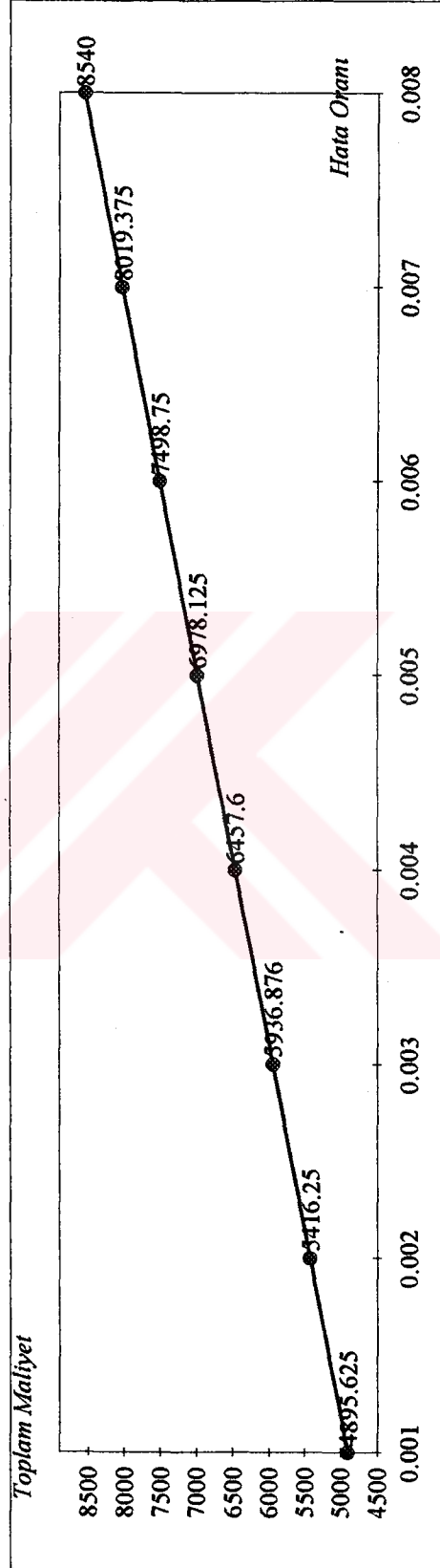
$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.4 : Çözüm 3'e ait değerler

Hata Oranı xi	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008
x1	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x2	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x3	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x4	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x5	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x6	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
x7	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6
Toplam Maliyet	4895.625	5416.25	5939.875	6457.5	6978.125	7498.75	8019.375	8540

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz oranına karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.3 : Çözüm 3'e ait grafik

Çözüm : 4**Maliyetler :**

$C_1 = 500$

$C_2 = 600$

$C_3 = 700$

$C_4 = 300$

$C_5 = 200$

$C_6 = 600$

$C_7 = 400$

$S_1 = 4$

$S_2 = 3$

$S_3 = 3$

$S_4 = 4$

$S_5 = 3$

$S_6 = 5$

$S_7 = 6$

$a_1 = 5000$

$\eta_i * n = 171.5$

$a_2 = 4850$

$n = 175$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+, d_2^+), P_2 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

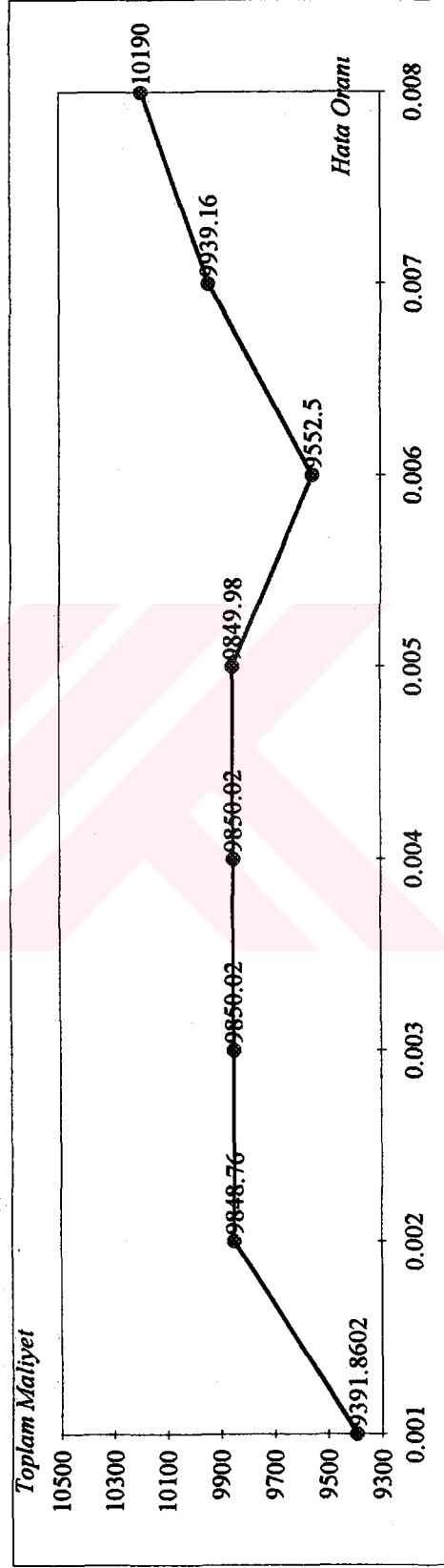
$$(10) x_i \geq \eta_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.5 : Çözüm 4 'e ait değerler

Hata Oranı xi	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
x1	174.825	173.2625	173.9781	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	173.425
x2	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	173.425
x3	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	173.425
x4	174.825	174.65	174.3281	173.9556	173.5278	173.1	173.775	173.6	173.425
x5	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.0917	173.6	173.425
x6	171.5	171.5	171.5	171.856	172.6528	173.95	173.775	173.6	173.425
x7	171.5	171.5	171.5	171.5	171.5	171.5	171.5	171.8	172.4425
Toplam Maliyet	9391.8602	9848.76	9850.02	9850.02	9849.98	9552.5	9939.16	10190	

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz oranına karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.4 : Çözüm 4 'e ait grafik

Çözüm : 5**Maliyetler :**

$C_1 = 600$

$C_2 = 400$

$C_3 = 800$

$C_4 = 200$

$C_5 = 300$

$C_6 = 200$

$C_7 = 400$

$S_1 = 4$

$S_2 = 2$

$S_3 = 5$

$S_4 = 2$

$S_5 = 2$

$S_6 = 3$

$S_7 = 2$

$a_1 = 2500$

$r_i * n = 171.5$

$a_2 = 3490$

$n = 175$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+, d_2^+), P_2 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

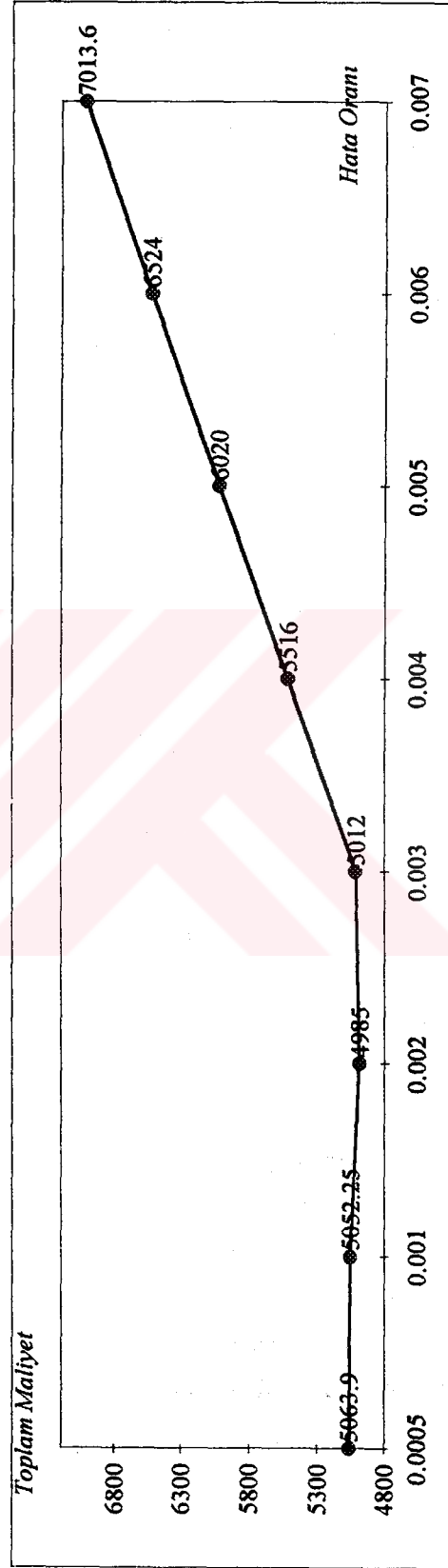
$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.6 : Çözüm 5 'e ait değerler

Hata Oranı xi	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	
x1	174.913	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.78	
x2	174.913	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.78	
x3	173.261	173.375	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.78	
x4	174.913	174.875	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.78	
x5	174.913	174.875	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.78	
x6	174.913	174.875	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.78	
x7	174.913	174.875	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.78	
Toplam Maliyet	5063.9	5052.5	4985	5012	5516	6020	6524	7013.6	

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz oranına karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.5 : Çözüm 5 'e ait grafik

Çözüm : 6**Maliyetler :**

$C_1 = 600$

$S_1 = 4$

$C_2 = 400$

$S_2 = 2$

$C_3 = 800$

$S_3 = 5$

$C_4 = 200$

$S_4 = 2$

$C_5 = 300$

$S_5 = 2$

$C_6 = 200$

$S_6 = 3$

$C_7 = 400$

$S_7 = 2$

$a_1 = 4000$

$a_2 = 3470$

$r_i * n = 171.5$

$n = 175$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+, d_2^+), P_2 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

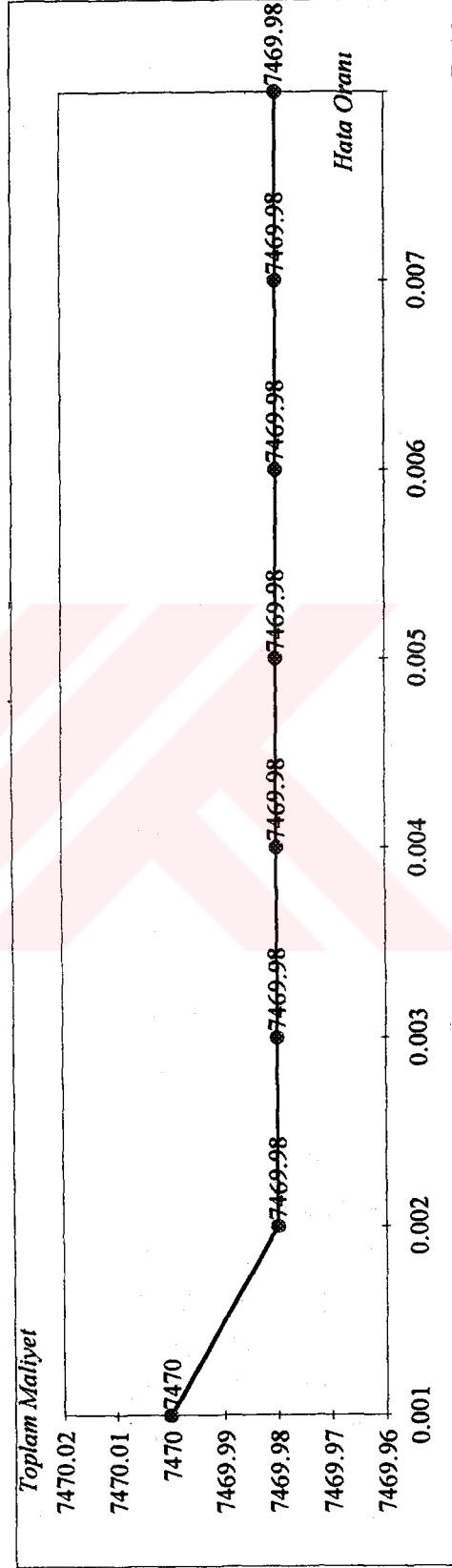
$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.7 : Çözüm 6 'ya ait değerler

Hata Oranı xi	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007		
x1	174.3025	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775		
x2	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775		
x3	171.5	171.5393	171.9518	172.3643	172.7768	173.1893	173.6018		
x4	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775		
x5	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775		
x6	172.23	172.1679	172.1804	172.1929	172.2054	172.2179	172.2304		
x7	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775		
Toplam Maliyet	7470	7469.98	7469.98	7469.98	7469.98	7469.98	7469.98		

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz oranınma karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.6 : Çözüm 6 'ya ait grafik

Çözüm : 7**Maliyetler :**

$C_1 = 400$

$C_2 = 200$

$C_3 = 700$

$C_4 = 300$

$C_5 = 600$

$C_6 = 400$

$C_7 = 500$

$S_1 = 3$

$S_2 = 4$

$S_3 = 3$

$S_4 = 5$

$S_5 = 2$

$S_6 = 4$

$S_7 = 3$

$a_1 = 4000$

$r_i * n = 171.5$

$a_2 = 3470$

$n = 175$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+), P_2 (d_2^+), P_3 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Çözüm : 8**Maliyetler :**

$C_1 = 200$

$S_1 = 1$

$C_2 = 400$

$S_2 = 2$

$C_3 = 300$

$S_3 = 3$

$C_4 = 600$

$S_4 = 2$

$C_5 = 500$

$S_5 = 4$

$C_6 = 400$

$S_6 = 2$

$C_7 = 300$

$S_7 = 1$

$a_1 = 2500$

$a_2 = 2600$

$r_i * n = 171.5$

$n = 175$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+), P_2 (d_2^+), P_3 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

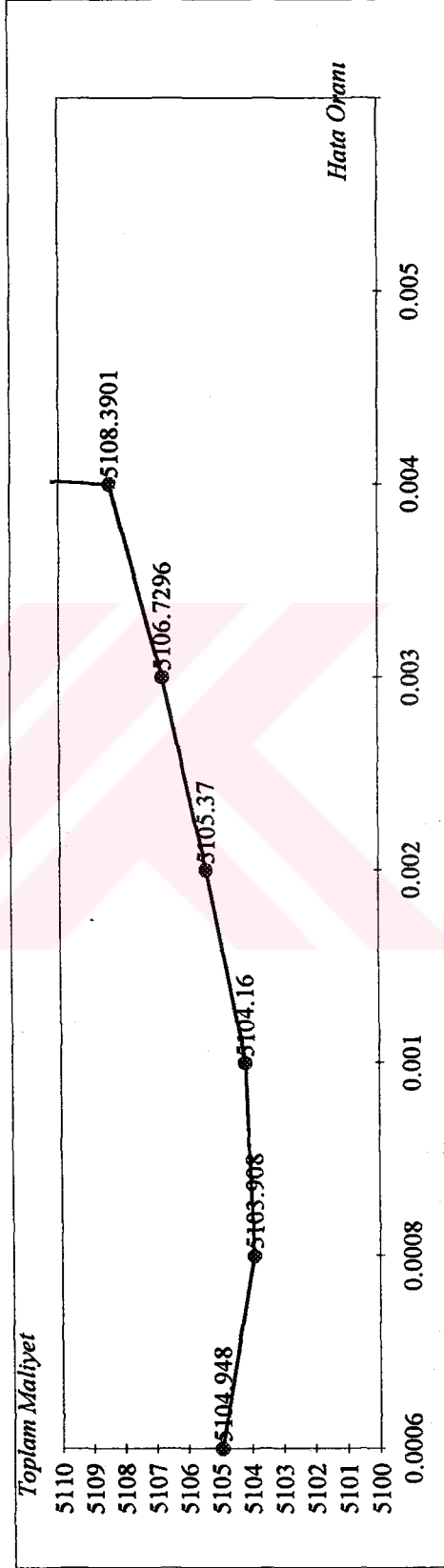
$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.9 : Çözüm 8 'e ait değerler

Hata Oranı xi	0.0006	0.0008	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007
x1	174.895	174.86	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775
x2	174.895	174.86	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775
x3	171.5	171.5	171.5	171.5	171.5	172.2667	173.667	173.95	173.775
x4	174.895	174.86	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775
x5	172.499	172.632	172.765	173.4301	174.0949	174.3	174.125	173.95	173.775
x6	174.895	174.86	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775
x7	174.895	174.86	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775
Toplam Maliyet	5104.948	5103.908	5104.16	5105.37	5106.7296	5108.3901	5229.29	5444.25	5914.125

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz oranına karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.8 : Çözüm 8 'e ait grafik

Çözüm : 9

Maliyetler :

$$C_1 = 720$$

$$C_2 = 270$$

$$C_3 = 720$$

$$C_4 = 120$$

$$C_5 = 80$$

$$C_6 = 140$$

$$C_7 = 200$$

$$S_1 = 4$$

$$S_2 = 2$$

$$S_3 = 3$$

$$S_4 = 1$$

$$S_5 = 1$$

$$S_6 = 2$$

$$S_7 = 2$$

$$a_1 = 3750$$

$$r_i * n = 171.5$$

$$a_2 = 2600$$

$$n = 175$$

(Maliyet değerleri 100, üretim miktar değerleri 1000, a_1 ve a_2 değerleri 10000 ile çarpılacaktır)

Amaç :

$$\text{Min } P_1 (d_1^+, d_2^+), P_2 (d_3^-, d_4^-, d_5^-, d_6^-, d_7^-, d_8^-, d_9^-)$$

Kısıtlar :

$$(1) n(C_1 + C_2 + \dots + C_7) - a_1 = C_1x_1 + \dots + C_7x_7 + d_1^+ - d_1^-$$

$$(2) S_1x_1 + S_2x_2 + \dots + S_7x_7 - d_2^+ + d_2^- = a_2$$

$$(3) x_1 + d_3^- = p_1 * n$$

$$(4) x_2 + d_4^- = p_2 * n$$

$$(5) x_3 + d_5^- = p_3 * n$$

$$(6) x_4 + d_6^- = p_4 * n$$

$$(7) x_5 + d_7^- = p_5 * n$$

$$(8) x_6 + d_8^- = p_6 * n$$

$$(9) x_7 + d_9^- = p_7 * n$$

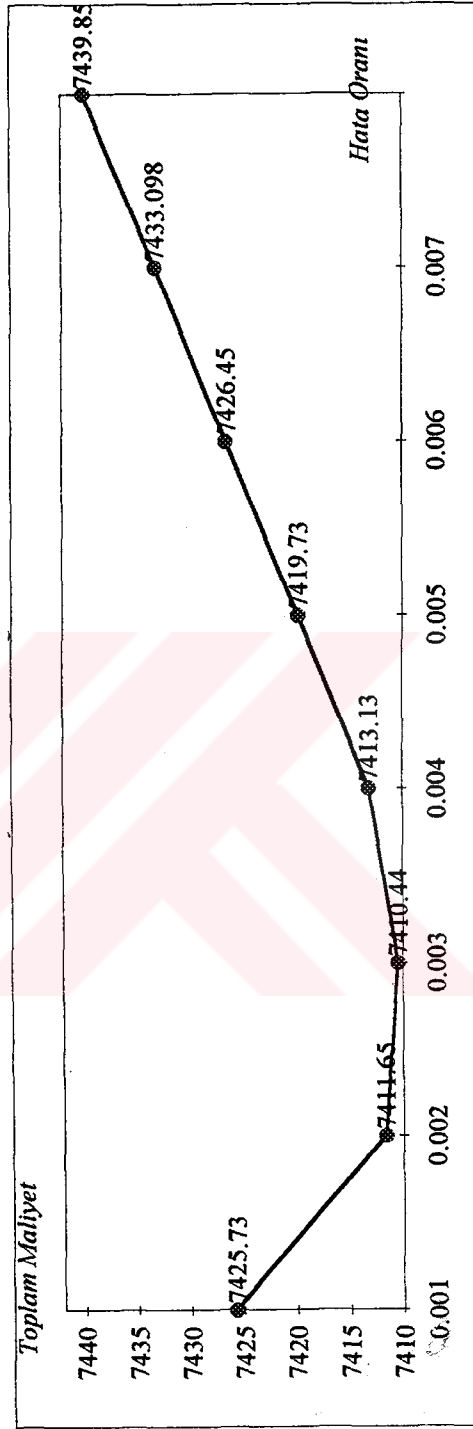
$$(10) x_i \geq r_i * n$$

$$i = 1, \dots, 7$$

Tablo 5.10 : Çözüm 9 'a ait değerler

Hata Oranı xi	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	
x1	171.5	171.5	171.5	171.6636	171.9659	172.2682	172.5705	172.8727	
x2	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x3	174.2917	174.2696	174.3554	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x4	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x5	174.825	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
x6	171.5	171.65	172.0419	172.3227	172.5057	172.6886	172.8716	173.0545	
x7	174.5205	174.65	174.475	174.3	174.125	173.95	173.775	173.6	
Toplam Maliyet	7425.73	7411.6498	7410.4394	7413.1255	7419.78	7426.4476	7433.098	7439.85	

* Tablodaki hata oranı karar vericinin ulaşmak istediği kusursuz orana karşılık gelen hata oranıdır.



Şekil 5.9 : Çözüm 9 'a ait grafik

5.7 Sonuçlar

Kalite maliyetlerinin optimizasyonuna çok amaçlı karar verme yaklaşımı ile kurulan model başarılı sonuç vermiştir. Kurulan model ile kalite maliyetleri optimize edilmiştir. Bu optimizasyon sırasında toplam maliyet eğrisi teoride oluşturulan toplam kalite maliyeti eğrisine yakın bir durum göstermiştir. Öte yandan model sonucunda karar vericiye, çeşitli hata oranlarına karşılık gelen maliyet değerlerini bulmasını sağlayacak eğriler sunulmuştur. Maliyetlerin minimize olduğu noktalar karar verici açısından önemlidir. Karar verici bu maliyet değerinde i. operasyondan hatasız olarak geçmesi gereken miktarları gözönüne alarak davranmalıdır. Eğer bu miktarlar gerçekleşen miktarlardan daha düşük ise ek bir nleme faaliyetine ihtiyaç yoktur. Ancak bu değerler gerçekleşen değerlerden yüksekse karar verici nleme faaliyetlerine ağırlık vermeli, ancak bu faaliyetler bütçe sınırları içinde kalmalıdır. Maliyetin minimize olduğu noktadaki her bir operasyon için bu durum geçerlidir.

Kalite maliyetleri, yönetimin kalite konusuna ilgisini çekmek için çok önemli araçlardır. Bu ilgi daha çok maliyetlerin optimizasyonu, toplam maliyetin minimizasyonu konusundadır. Bu nedenle model birçok farklı alan için kullanılabilir. Farklı alanlara uygulanırken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta hataların sınıflandırılmasıdır. Hataların seyri ve buna bağlı sınıflandırma yaparken mümkün olduğunca zamana yayılmış veriler kullanılmalıdır. Böylelikle retim miktarlarından ve diğer faktörlerden etkilenen hatalar daha sağlıklı olarak ele alınmış olur. Öte yandan modelin başarıya ulaşması, karar vericinin sunduğu maliyet değerleri, bütçe değerleri gibi verilerin sağlam analizlere dayanıp dayanmamasına bağlıdır.

KAYNAKLAR

- [1] MAYRHOFER, M., Qualitaetsmanagement, Qualitaetssicherung 37, pp.538-541,1992
- [2] HAYES, E.G., Quality Assurance : Management & Technology, Charger Productions, California, 1987
- [3] CAPLAN, F., Managing for Success Through the Quality System, ASQC Annual Quality Congress Transactions, Chicago, 1984
- [4] DWYER, J.M., Cost - Effective Quality, ASQC Transactions, Missouri, 1970
- [5] BREWER, C.C., Innovations in Quality Costs in the New Decade, ASQC Transactions, 1980
- [6] FEIGENBAUM, A.V., Total Quality Control, McGraw-Hill, New York, 1991
- [7] GROSS, K.P., Organisation für Qualitaetkosten, Qualitaets-sicherung Vol.36, pp.503 - 507, Jena, 1991
- [8] MORSE, W.J., ROTH, H.P., Why Quality Costs Are Important, Management Accounting, New York, 1987
- [9] ESTERBY, L.J., Quality Cost Analysis : A Productivity Measure, ASQC Transactions, 1981
- [10] CAMPANELLA, J., Principles Of Quality Costs, Quality Costs (A Collection Of Papers) pp. 563 - 581 ,ASQC Press, Wisconsin, 1987
- [11] CAMPANELLA, J., Principles Of Quality Costs, ASQC Transactions, 1982
- [12] QUIN, M.P., BHATTY E.F., Cost of Quality and Productivity Improvement, Annual International Industrial Engineering Conference Proceedings, 1984
- [13] MOORE, W.N. The Philosophy and Usefulness of Quality Costs, ASQC Transactions, 1978
- [14] WILLIAMS, R.J. Guide for Reducing Quality Costs, ASQC Transactions, 1982

- [15] SCANLON, F Cost Reduction Through Quality Management, ASQC Transactions, 1980
- [16] GÜNYAŞAR, V., Çok Amaçlı Programlama Yaklaşımları : Bir Değerlendirme, XI. Ulusal Yöneylem Araştırması Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul, 1987
- [17] EVREN, R.E., Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri Üzerine Bir İnceleme, İ.T.U End.Müh.Bölümü, İstanbul, 1989
- [18] HWANG, C., MASUD, A.S., Multiple Objective Decision Making Methods and Applications (Lecture Notes)



ÖZGEÇMİŞ

Cenk Cesur, 1969 yılında İstanbul 'da doğmuştur. Orta ve lise öğrenimini İstanbul Erkek Lisesi 'nde (1980-1987) tamamladıktan sonra 1987 yılında İ.T.Ü Endüstri Mühendisliği Bölümüne girmiştir. 1991 yılında bu bölümü ikincilikle bitirerek İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Mühendislik Yönetimi Bölümüne girmiştir. Halen Koç Holding 'e bağlı Türk Elektrik Endüstrisi A.Ş. 'de Kalite Güvence Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

