



T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

102154

İLERİ KALİTE YÖNETİMİ

TEKNİKLERİNDEN DENEY TASARIMI

VE KOCAELİ SANAYİSİNDE BİLİNME

VE KULLANILMA DÜZEYİ ÜZERİNE

BİR ARAŞTIRMA

Hüma KOCAMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞLETME ANABİLİM DALI

102154

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr.Erol EREN

GEBZE

2000

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

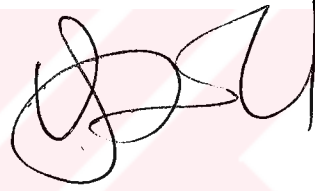
Hüma KOCAMAN'ın Tez çalışması, G.Y.T.E. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 28.08.2000 tarih ve 2000/ 29. sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından İŞLETME Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE :Prof.Dr.Erol EREN
(Tez Danışmanı)



ÜYE : Doç.Dr.Oya ERDİL

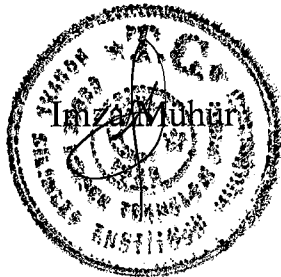


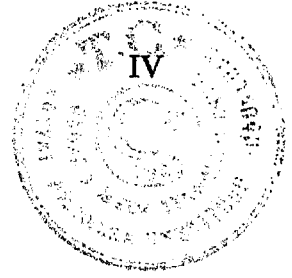
ÜYE : Y.Doç.Dr. Adnan CEYLAN



ONAY

G.Y.T.E. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun /5./ 29/2000 tarih ve 2000/23. sayılı kararı.



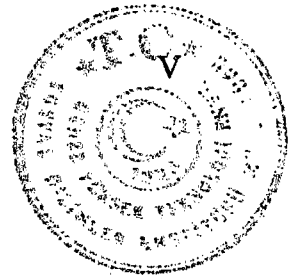


ÖZET

Son yıllarda teknolojiye yaşanan gelişmelerle, iletişimin hızlanmasıyla her türlü bilgi alışverişinde uzaklıklar artık engel olmaktan çıkmıştır. Giderek büyüyen bir dünya pazarı kavramı oluşmuştur. Böylesine büyük bir pazarda rekabet koşulları daha da ağırlaşmıştır. Ayrıca, teknolojik gelişmelere paralel olarak, müşterilerin de yaşam standartlarında ve beklentilerinde gelişmeler olmuştur. Bu durumda şirketler, bu büyük pazarda, ulusal ve uluslararası rakipleriyle kıyasıya rekabet etmek durumunda kalmışlardır. Bu rekabet ortamında başarılı olabilmek için, işletmelerin amacı müşterilerinin beklentilerini; düşük maliyete, tam zamanında karşılamak olmalıdır. Bunun için şirketler, sürekli olarak ürünlerini ve proseslerini, bir başka deyişle kalitelerini iyileştirmelidirler.

Deney tasarımı bu amaçla kullanılan ileri kalite araçlarından biridir. İstatistiksel olarak tasarlanan deneyler ile, kaliteyi etkileyen proses faktörleri ve bu faktörlerin optimum performans sağlayacak düzeyleri belirlenir. Deney tasarımı ile, değişik çalışma koşulları için geliştirilmiş performans, güvenilirlik, düşük ürün maliyeti, daha kısa ürün tasarım ve geliştirme zamanı elde edilir.

Bu çalışmada, işletmeler için kalitenin ve kalite iyileştirmenin önemi anlatıldıktan sonra, deney tasarımı tekniği incelenmiştir. Çalışmanın son bölümünde, Kocaeli bölgesindeki üretici işletmelerin bu konuya verdikleri önemi anlamak için, ileri kalite tekniklerinin bilinme ve uygulama düzeyinin ölçüldüğü araştırmaya yer verilmiştir. Bu anlamda, şirketlerde yürütülen kalite faaliyetlerinin düzeyi; verilen kalite eğitimleri arasında ileri kalite tekniklerinin oranı; bu tekniklerin kullanım oranı; ve bu tekniklerle elde edilen gelişmeler araştırılmıştır. Elde edilen bulgulardan, şirketlerin çoğunda geleneksel kalite kontrol anlayışının sürdüğü, şirketlerin ileri kalite teknikleri konusunda da eğitim aldıkları görülmüştür. Ancak, alınan eğitimlerden yeterince yararlanılmadığı belirlenmiştir.

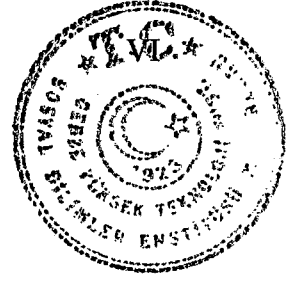


SUMMARY

In recent years, as technology has been developed, communication has become faster and easier. During any interchange between people, distance is no more an obstacle. The concept of world market, which is growing day by day, has emerged. In such a big market, the competition has become much more difficult. In addition, the living standards and thereby the expectations of the customers have increased, as technology has developed. Thus, the firms have to compete with their national and international competitors in this big market. In order to be successful in this competition, and to survive, the firms should improve their products and processes, in other words, they should improve their quality.

Design of experiment, DOE, is one of the advanced quality tools used for this objective. By the help of, statistically designed experiments, the process factors affecting the quality and the levels of this factors that will optimize the performance are determined. By using DOE, improved performance for different operating conditions; reliability; low product cost; shorter product design and development time are obtained.

In this dissertation, the the importance of quality and quality improvement for organizations is explained. Then, the technique of design of experiment is explained in detail. In the last part of the study, the findings of the research on the recognition and application level of DOE in Turkish manufacturing firms in Gebze-İzmit region have been presented. According to the findings, in most of the firms, still the traditional quality control is done. It is found that, employees are also being trained on advanced quality tools, but the tools, especially DOE is not being used frequently. It is also found that, the firms can not efficiently benefit from the training on advanced quality tools.



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında bana bilgi ve birikimleri ile yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Erol EREN'e, ve Yrd. Doç. Dr. Gül Erdem OKUDAN'a, yardımlarını esirgemeyen Selim AREN'e, tüm eğitim hayatım boyunca her türlü desteği sağlayan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda yürüttüğüm anket çalışmasına yanıtları ile katkıda bulunan Gebze-İzmit bölgesinde yer alan işletme çalışanlarına teşekkür ederim.

İstanbul, Ağustos 2000

Hüma KOCAMAN

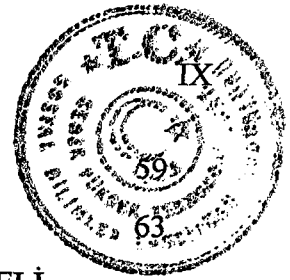


İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
TERİMLER SÖZLÜĞÜ	X
KISALTMALAR DİZİNİ	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
TABLolar DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. KALİTE KAVRAMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ	4
2.1. Kalite Kavramı	4
2.2. Kalitenin Gelişimi	6
3. KALİTE KONTROL VE ARAÇLARI	9
3.1. Kalite Kontrol	9
3.1.1. Kalite Kontrol Araçları	9
3.1.1.1. Pareto Diyagramı	10
3.1.1.2. Neden-Sonuç (Balık Kılçığı) Diyagramları	11
3.1.1.3. Histogram	12
3.1.1.4. Kontrol Kartları	13
3.1.1.5. Dağılım Diyagramları	13
3.1.1.6. Kontrol Çizelgesi	14
3.1.1.7. Gruplandırma	15
4. KALİTE İYİLEŞTİRME	16
4.1. Kalite İyileştirmenin Anlamı	16
4.2. Kalite İyileştirme Araçları	17
4.2.1. İleri Kalite Yönetim Araçları	17
4.2.1.1. Kalite Fonksiyonlarının Yerleştirilmesi	17
4.2.1.2. Hata Türleri ve Etkilerinin Analizi	19
4.2.1.3. Kabul Örnekleme	20



4.2.1.4. Proses ve Makine Yeterlilik Analizleri	
4.2.2. Yedi Yeni Yönetim Aracı	
4.2.2.1. İlgili Diyagramları	23
4.2.2.2. Matris Diyagramları	24
4.2.2.3. Ağaç Diyagramları	25
4.2.2.4. İlişkiler Diyagramı	25
4.2.2.5. Matris Veri Analizi	26
4.2.2.6. Proses Karar Diyagramı	26
4.2.2.7. Ok Diyagramları	27
4.3. Kalite İyileştirme ve Verimlilik	28
5. DENEY TASARIMI	30
5.1. DENEY TASARIMININ İŞLETMELER İÇİN ÖNEMİ	30
5.1.1. Deney Tasarımının Kullanım Alanları	32
5.1.2. Deney Tasarımı ve Kuvvetli Ürün/Proses Tasarımı	34
5.1.2.1. Kalite Kayıp Fonksiyonu	36
5.1.2.2. Taguchi Metodunun Yürütülmesi	37
5.1.3. Deney Tasarımının Kullanım Geçmişi	38
5.2. Deney Tasarımının Tarihçesi	39
5.3. Deney Kavramı ve Deney Tasarımı	40
5.4. Terimler	41
5.5. Deney Tasarımının Amaçları	42
5.6. Temel Prensipler	43
5.7. Deney Tasarımının Yöntembilimi	45
5.8. Deney Tasarım Modelleri	47
5.8.1. Klasik Tasarım	48
5.8.1.1. Bir Faktörün İncelendiği Deneyler	48
5.8.1.2. Birden Çok Faktörün İncelendiği Deneyler	49
5.8.2. Tam Rassallaştırılmış Tasarım	51
5.8.2.1. Verilerin Analizi	52
5.8.3. Faktöriyel Tasarım	55
5.8.3.1. Faktöriyel Deneylerin Avantajları	58
5.8.3.2. Faktöriyel Deneylerin Dezavantajları	59



5.8.4. Kesirli Faktöriyel Tasarım

5.8.4.1 Kesirli Deneylelerin Tasarımı ve Özdeş Yapı Kavramı

6. İLERİ KALİTE TEKNİKLERİNDEN DENEY TASARIMININ KOCAELİ BÖLGESİ SANAYİSİNDE BİLİNME VE KULLANILMA DÜZEYİNE İLİŞKİN

BİR ARAŞTIRMA	65
6.1. Araştırmanın Amacı	65
6.2. Araştırmanın Yöntembilimi	65
6.2.1. Araştırmada Kullanılan Anket Formunun Tanıtımı	66
6.2.2. Ön Araştırma ve Düzeltmeler	67
6.3. Kişisel Anket Bulgularının Değerlendirilmesi	67
6.3.1. Araştırmaya Katılan Çalışanların Özellikleri İle İlgili Bulgular	67
6.3.2. Araştırmaya Katılan Şirketlerle İlgili Bulgular	69
6.3.2.1. Şirketlerdeki Kalite ile İlgili Faaliyetlerin Kapsamı	70
6.3.2.2. Şirketlerdeki Kalite Eğitimleri ile İlgili Bulgular	72
6.3.2.3. İleri Kalite Tekniklerinin Uygulanma Düzeyi ile İlgili Bulgular	78
6.3.2.4. İleri Kalite Araçlarını Uygulamakla Elde Edilen Gelişmeler ile İlgili Bulgular	84
6.3.2.5. Alınan Eğitimin Sağladığı Yararlar ile İlgili Bulgular	88
6.4. Yöneticilere Yöneltilen Bilgi Formu ile Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi	90
6.4.1. Araştırmaya Katılan Yöneticilerin Özellikleri ile İlgili Bulgular	90
6.4.2. Araştırmaya Katılan Firmalara Ait Bulgular	92
6.4.2.1. Şirketlerdeki Kalite ile İlgili Faaliyetlerin Kapsamı	93
6.4.2.2. Şirketlerdeki Kalite Eğitimleri ile İlgili Bulgular	97
6.4.2.3. Şirketlerin Kalite Sertifikası Sahibi Olmaları ile İlgili Bulgular	106
7. SONUÇ	117
KAYNAKLAR	120

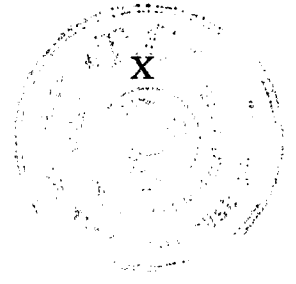
ÖZGEÇMİŞ

EKLER

EK-1. ARAŞTIRMA FORMLARI

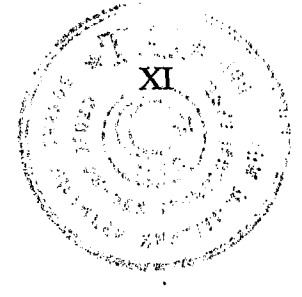
EK-2. KORELASYON TABLOLARI

EK-3. BAZI ÇAPRAZ TABLOLARIN AYRINTILI DÖKÜMÜ



TERİMLER SÖZLÜĞÜ

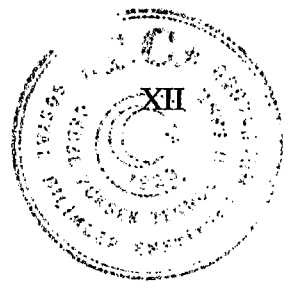
alias structure	: özdeş yapı
blocking	: bloklama
completely randomized design	: tam rassal tasarım
confirmation	: doğrulama
confounding	: etkilerin dağıtılması
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	: Hata Türleri ve Etkilerinin Analizi
fractional factorial design	: kesirli faktöriyel tasarım
full factorial design	: tam faktöriyel tasarım
interaction	: etkileşim
level	: düzey
one factor at a time	: bir kerede bir faktör
orthogonal	: ortogonal
projective property	: yansıtıcı özellik
Quality Function Deployment (QFD)	: Kalite Fonksiyonlarının Yerleştirilmesi
randomization	: rassallaştırma
replication	: yinleme
response	: tepki, sonuç
residual analysis	: farklar analizi
robust	: kuvvetli
run	: deneme
treatment	: faktör kombinasyonu
unbalanced experiment	: dengede olmayan deney
variance	: varyans
variation	: değişkenlik



KISALTMALAR DİZİNİ

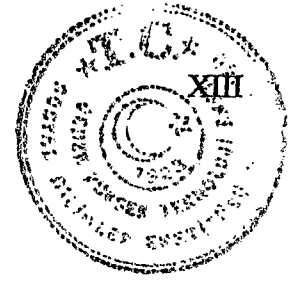
DT	: Deney Tasarımı
FMEA	: Hata Türleri ve Etkilerinin Analizi
QFD	: Kalite Fonksiyonlarının Yerleştirilmesi
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
İPK	: İstatistiksel Proses Kontrolü





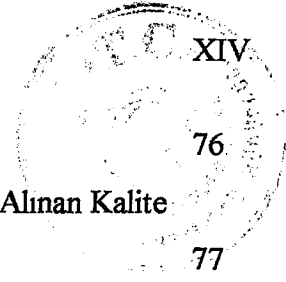
ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil-5.1. Kalite Mühendisliği Metotlarının Kullanımının Aşamaları	31
Şekil- 5.2. Üç Temel Yöntemin Kalite Düzeyine Katkısı	32
Şekil- 5.3. Kuvvetli Tasarım Modeli	35
Şekil- 5.4. Kalite Kayıp Fonksiyonu	36
Şekil- 5.5. Bir Proses ya da Sistemin Genel Modeli	41
Şekil- 5.6. Çeşitli Kesirli Faktöriyel Deney Düzenleri	62
Şekil- 6.3.1. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Şirket içi Verilen Kalite Eğitimleri	74
Şekil- 6.3.2. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Alınan Şirket Dışı Kalite Eğitimleri	77
Şekil- 6.3.3 Şirket İçi Alınan Kalite Eğitime göre İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı	81
Şekil- 6.3.4. Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitime göre İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı	82
Şekil- 6.3.5. Deney Tasarımının Etkin Kullanılmama Nedenleri	84
Şekil-6.3.6 Ürün / Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Gelişmeler	86
Şekil-6.3.7. Ürün / Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Diğer Gelişmeler	87
Şekil- 6.4.1. Şirketlerin yer aldığı Sektöre göre Kalite Kontrol Faaliyetleri	94
Şekil-6.4.2. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Kalite Güvencesi için Yapılan Çalışmalar	97
Şekil- 6.4.3. Kalite Eğitimi Alan Birimlere göre Eğitim Alan Çalışanların Dağılımı	100
Şekil- 6.4.4. Kalite Eğitimlerine Katılma Yüzdesi	102
Şekil- 6.4.5. Şirket için Harcanan Yıllık Kalite Eğitim Tutarı	103
Şekil- 6.4.6. Kişi Başına Yıllık Kalite Eğitim Harcaması	104

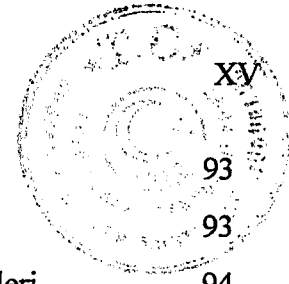


TABLolar DİZİNİ

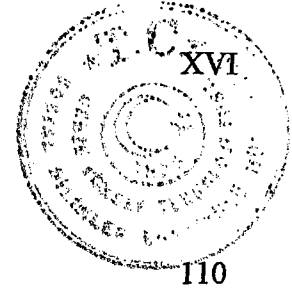
Tablo- 5.1. Klasik deney ile Sıcaklık Değişikliğinin Etkisinin Tahmini	49
Tablo- 5.2. Klasik Deney ile Besleme Hızı Değişikliğinin Etkisinin Tahmini	49
Tablo- 5.3. Bir Kerede Birçok Faktörün İncelendiği Deney Verileri	50
Tablo- 5.4. Tam Rassallaştırılmış bir Tasarımda Faktör Kombinasyonlarının Deneysel Birimlere Atanması	51
Tablo- 5.5. 2 ² Tam Faktöriyel Ürün Miktarı Deneyinin Sonuçları	54
Tablo- 5.6. ANOVA Tablosu	55
Tablo- 5.7. Tam Faktöriyel bir Deneye Ait Deney Düzeni ve Verileri	56
Tablo- 5.8. 2 ³ Tam Faktöriyel bir Deney Matrisi	57
Tablo- 5.9. Tam Faktöriyel Olarak Tasarlanmış bir Deney ve Tepki Değerleri	58
Tablo- 5.10. Kesirli Faktöriyel Tasarım Örneği	61
Tablo- 5.11. L8 Ortogonal Deney Düzenekli Matrisi	63
Tablo- 5.12. L8 Kesirli Faktöriyel Deneylerde Etkileşimlerin Sütunlara Atanması ve Özdeş İsimleri	64
Tablo- 6.3.1. Çalışılan Birim	68
Tablo- 6.3.2. Deneyim	68
Tablo- 6.3.3. Eğitim Düzeyi	68
Tablo- 6.3.4. Meslek	69
Tablo- 6.3.5. Ünvan	69
Tablo- 6.3.6. Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamı	70
Tablo- 6.3.7. Kalite Güvence Faaliyetleri	70
Tablo- 6.3.8. Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamına Göre Yürütülen Kalite Güvence Faaliyetleri	71
Tablo- 6.3.9. Şirket İçi Kalite Eğitimi Alma Durumu	72
Tablo- 6.3.10. Şirket içi Kalite Eğitimi Sıklığı	72
Tablo-6.3.11. Şirket İçi Alınan Kalite Eğitimlerinin Dağılımı	73
Tablo- 6.3.12 Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamına göre Şirket İçi Alınan Kalite Eğitimleri	74
Tablo-6.3.13. Şirket Dışı Kalite Eğitimi Alma Durumu	75
Tablo-6.3.14. Şirket Dışı Kalite Eğitimi Sıklığı	75



Tablo-6.3.15. Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimlerinin Dağılımı	76
Tablo- 6.3.16. Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamına göre Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimleri	77
Tablo- 6.3.17. Ürün/Süreç Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesine Yönelik Faaliyetlerin Dağılımı	78
Tablo- 6.3.18 Hatalı Üretim Nedenlerinin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmaların Dağılımı	79
Tablo-6.3.19. Birimde Yürütülen Proje Sayısı	79
Tablo- 6.3.20. İleri Kalite Tekniklerinin Kullanılma Oranı	80
Tablo- 6.3.21. Şirket İçi Alınan Kalite Eğitim Türüne göre İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı	80
Tablo- 6.3.22. Şirket Dışında Alınan Kalite Eğitim Türüne göre İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı	81
Tablo- 6.3.23. İleri Kalite Teknikleri Uygulanan Yıllık Proje Sayısı	82
Tablo- 6.3.24. Başarılı Yıllık Proje Sayısı	82
Tablo- 6.3.25. Çalışanların Şirketlerinde Deney Tasarımının Etkin Olarak Kullanımı ile İlgili Görüşleri	83
Tablo- 6.3.26. Deney Tasarımının Etkin Kullanılmama Nedenleri	83
Tablo- 6.3.27. İleri Kalite Araçlarını Uygulamakla Elde Edilen Gelişmeler	84
Tablo-6.3.28. Teknikleri Uygulamakla Elde Edilen Diğer Gelişmeler	85
Tablo- 6.3.29. Ürün/Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Gelişmeler	86
Tablo-6.3.30. Ürün / Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalara göre Elde Edilen Diğer Gelişmeler	87
Tablo- 6.3.31. Hatalı Üretim Nedenlerini Belirlemek için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Gelişmeler	88
Tablo-6.4.1. Yöneticisi Olunan Birim	90
Tablo-6.4.2. Çalışma Süresi	90
Tablo- 6.4.3. Eğitim Durumu	91
Tablo-6.4.4. Meslek	91
Tablo- 6.4.5. Ankete Katılan Şirketlerin Sektörlere göre Dağılımı	92
Tablo-6.4.6. Şirketin Faaliyet Süresi	92



Tablo-6.4.7. Şirkette Bulunan Birimler	93
Tablo-6.4.8. Yürütülen Kalite Kontrol Faaliyetleri	93
Tablo-6.4.9. Şirketlerin Yer Aldığı Sektöre göre Kalite Kontrol Faaliyetleri	94
Tablo-6.4.10. Kalite ile İlgili Yürütülen Faaliyetlerin Düzeyi	94
Tablo-6.4.11. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler	95
Tablo- 6.4.12. Şirketlerin Yer Aldığı Sektörlere göre Yürüttükleri Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlerin Dağılımı	96
Tablo-6.4.13. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Kalite Güvencesi için Yapılan Çalışmalar	97
Tablo-6.4.14. Şirketlerde Kalite Eğitimi Verilme Durumu	98
Tablo-6.4.15. Kalite Eğitimi Alan Birimlerin Dağılımı	98
Tablo-6.4.16. Kalite Eğitimi Alan Çalışanların Dağılımı	98
Tablo-6.4.17. Kalite Eğitimi Alan Birimlere göre Eğitim Alan Çalışanların Dağılımı	99
Tablo-6.4.18. Eğitim Sıklığı	100
Tablo- 6.4.19. Sektörlere göre Eğitim Sıklığı Dağılımı	101
Tablo- 6.4.20. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Eğitim Sıklığı	102
Tablo- 6.4.21. Kalite Eğitimlerine Katılma Yüzde Değeri	102
Tablo-6.4.22. Şirket / Birim İçin Harcanan Yıllık Kalite Eğitim Tutarı	103
Tablo-6.4.23. Kişi Başına Kalite Eğitim Harcaması	103
Tablo- 6.4.24. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Firma / Birim Geneline Kalite Eğitimi için Harcanan Yıllık Tutar	104
Tablo-6.4.25. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Kalite Eğitimi için Kişi Başına Harcanan Yıllık Tutar	105
Tablo-6.4.26. Kalite Sertifikası Durumu	106
Tablo-6.4.27. Kalite Sertifikası Alma Planı	106
Tablo-6.4.28. Kalite Sertifikası Bulunmasına göre Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler	107
Tablo-6.4.29. Sektörlere göre Kalite Sertifikasına Sahip Olma	107
Tablo-6.4.30. Kalite Sertifikası Durumuna göre Eğitim Sıklığı Dağılımı	108
Tablo-6.4.31. Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Değişiklikler	108
Tablo-6.4.32. Kalite Belgesinin Sağladığı Gelişmeler	109



Tablo-6.4.33. Sektörlere göre Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Gelişmelerin Dağılımı

110

Tablo-6.4.34. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Gelişmeler

112

Tablo-6.4.35. Deney Tasarımı / İleri Kalite Teknikleri Eğitimleri Aldıktan ya da Uygulamaya Başladıktan Sonra Başarılı Proje Yüzdesi

114

Tablo- 6.4.36. Eğitim Sıklığına göre Başarılı Proje Yüzdesi Dağılımı

115

Tablo- 6.4.37. Sektörlere göre Başarılı Proje Yüzdesi Dağılımı

115

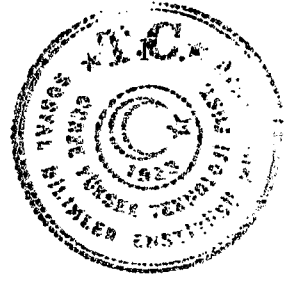
Tablo-6.4.38. İleri Kalite Tekniklerini Uygulamakla Elde Edilen Gelişmeler

116

Tablo-6.4.39. Sağlanan Kâr Artışı/Maliyet Kazancı

116





1. GİRİŞ

Son yıllarda, dünya pazarının gerek hacminde, gerekse değişme hızında ve gerekse kalitesinde daha önce görülmemiş büyümeler görülmüştür. Bu pazar, yükselen yaşam standartları ile müşteri beklentilerinin giderek arttığı bir pazar haline gelmiştir (Feigenbaum, 1991, s.3).

Küreselleşmenin etkisiyle gittikçe büyüyen bu pazarda işletmelerin potansiyel rakipleri de artmış; rekabet koşulları daha da güçleşmiştir. İşletmeler bu koşullarda varlıklarını sürdürebilmek için müşterilerinin beklentilerini doğru bir şekilde belirleyip, rakiplerinden daha kısa zamanda ve daha düşük bir maliyetle karşılamalıdır. Bir başka deyişle, üretim firmalarının ekonomik yönden başarılı olup hayatta kalmalarının anahtar yolu, müşterilerinin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını anlayıp onları tatmin etmektir.

Şirketler, ürün ve süreçlerinin kalitesini sürekli iyileştirerek ve maliyetleri azaltarak bunu sağlayabilirler. Bu iyileştirmeler sırasında süreçlerin etkinliği ve verimliliği artırılıp esnek ve değişik koşullara karşı dayanıklı olmaları sağlanabilir. Tasarlanmış deneyler kaliteyi etkileyen süreç faktörlerini gösterir ve performansı optimize etmek için bu faktörlerin nasıl değiştirileceğini açıklığa kavuşturur. Yapılan deneyler sonucu elde edilen verilerle, faktörlerle tepkiler arasındaki etkileşim matematik modeller haline getirilebilir. Bu sayede prosesi optimize edebilmek için hangi faktörlerin nasıl değiştirileceği öğrenilebilir.

Deney tasarımı uygulanması sonucunda daha kolay üretilen ürünler, değişik çalışma koşulları için geliştirilmiş performans, güvenilirlik, düşük ürün maliyeti, daha kısa ürün tasarım ve geliştirme zamanı elde edilmiş olur.

Kalite mühendisleri, ürün performansındaki değişkenliği en aza indirerek, bir ürünün her kopyasının, onu satın alan müşterinin beklentilerini karşılamasını sağlarlar. Kaliteli ürünler ile bir işletmenin pazar payı büyür ve yıkılması zor bir müşteri bağlılığı elde edilir. Kalite mühendisliği, ürünlerin kilit performansı, o ürünün kalite

karakteristiklerindeki değişkenliği en aza indirmeyi amaçlayan üretim ve mühendislik uygulamalarıdır. Her ürünün kullanım amacına uygunluğunu tanımlayan pek çok unsuru vardır; bunlar o ürünün kalite karakteristikleridir (Montgomery, 1990, s.2). Kalite mühendisliği prensibi, iyi bilinen Motorola firmasında (Austin, Texas) uygulanan Altı-Sigma programının arkasındaki itici güçtür. Ayrıca Genichi Taguchi tarafından son on yılda yaygınlaştırılan Taguchi metotlarının temelinde yer alan prensiptir (Rizzo, 1994, s.83).

Deney tasarımı kalite mühendisliğinin asıl aracıdır. Deney tasarımı, yetmiş yılı aşkın zamandır matematiksel istatistikçiler tarafından geliştirilen, sınırlı sayıda deneyden mümkün olduğunca çok yararlı bilgi elde etmeyi hedefleyen bir bilgi kümesidir. Deney tasarımı teknikleri faktöriyel deneyleri içermektedir. Bunlar, kalite mühendislerinin sadece bir ya da iki değil çok değişkenli sorunları çözebilmelerini sağlar. Böyle problemlerde, her seferinde bir faktörün incelendiği deneyler klasik deneyler pratiklik, ekonomiklik ve etkinlikten çok uzaktır.

Deney tasarımının sanayide giderek daha fazla kullanılmaya başlandığı yıllar, özellikle Amerikan firmalarının, Japon firmaları ile karşılaştırma yapıp, onlarla rekabet edebilmek için en önemli yolun kalitede iyileştirme sağlamak olduğunu anladıkları yıllardır (Tsui, 1992, s.46).

Türk sanayiine bakıldığında da firmaların giderek ağırlaşan rekabet şartlarında başarılı olarak pazar paylarını korumak ve arttırmak için kalitelerini iyileştirmenin ne kadar önemli olduğunu anladıkları görülmektedir. Bunun için pek çok firma, çeşitli sertifikasyon çalışmaları ile ürün ve süreçlerinin kalitesini belgelendirmeye başlamıştır.

“İleri Kalite Yönetimi Tekniklerinden Deney Tasarımı ve Kocaeli Sanayisinde Bilinme ve Kullanılma Düzeyi Üzerine bir Araştırma” isimli bu çalışma giriş bölümü ile birlikte altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, kalite kavramı anlatılmış ve kalite kavramının tarihsel gelişimine yer verilmiştir. İşletmelerde kullanılan kalite kontrol tekniklerinin zaman içinde gelişimi anlatılmış ve işletmelerin toplam kalite yönetimi ve sonrasında kalite iyileştirme anlayışına geçişlerine yer verilmiştir.

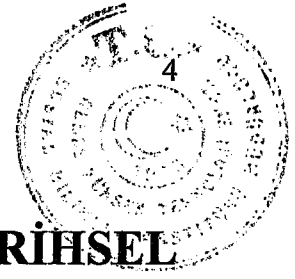


Üçüncü bölümde, kalite kontrolü anlatılmıştır. Bu anlamda, kalite kontrol için kullanılan üretim proseslerini izlemek için kullanılan temel kalite araçları üzerinde durulmuştur.

Dördüncü bölümde, kalite iyileştirme konusu ele alınmıştır. Şirketler için kalite iyileştirmenin anlamı, kalite iyileştirme ile sağlanacak verimlilik artışı anlatılmıştır. Kalite iyileştirme için geliştirilen ve kullanılan araçlar anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, bu amaçla kullanılan deney tasarımı tekniği anlatılmıştır. Bu tekniğin işletmeler için önemi, tarihçesi, amaçları, yöntembilimi ve deney tasarımı modelleri örneklerle anlatılmıştır.

Altıncı ve son bölümde, Kocaeli sanayisinde üretim firmalarının, ürün ve proseslerinde dolayısı ile kalitelerinde iyileşme, performanslarında gelişme, maliyetlerde azalma gibi yararlar sağlayabilecekleri ileri kalite yönetimi araçlarından deney tasarımını kullanıp kullanmadıklarının araştırıldığı anket çalışmasına yer verilmiştir.



2. KALİTE KAVRAMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

2.1. Kalite Kavramı

Kalite kelimesi Latince kökenli olup aslı “qualitas”tır. Kalite kavramının net bir tanımı yoktur. Ancak bakış açılarına göre pek çok tanımı yapılmaktadır (Efil, 1999, s.6):

- G.Taguchi’ye göre ise, kalite, ürünün sevkiyattan sonra toplumda neden olduğu en az zarardır.
- Crosby’e göre kalite, şartlara uygunluktur.
- E.Deming’e göre kalite, müşterinin şimdiki ve gelecekteki isteklerinin karşılanmasıdır.
- Japon Sanayi Standartlar Komitesi’nin yaptığı tanıma göre kalite, ürün ya da hizmeti ekonomik bir yoldan üreten ve tüketici isteklerine cevap veren bir üretim sistemidir.
- Amerikan Kalite Kontrol Derneği’ne göre; kalite, bir mal veya hizmetin belirli gerekliliği karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan karakteristiklerin tümüdür.
- Avrupa Kalite Kontrol Organizasyonu ise kaliteyi, bir hizmetin veya ürünün isteklere uygunluk derecesi olarak tanımlamıştır.

Ishikawa’ya göre, bir işletme, “önce kalite” ilkesini benimserse uzun vadede kâr artacaktır. Eğer, amacı kısa vadeli kâr etmek ise, uluslararası pazarda rekabet gücünü yitirecektir, ve uzun vadede kârı azalacaktır. Önce kaliteye önem veren işletmeye yönetimi, müşteri güvenini sağlar ve pazar payını artırır (Ishikawa, 1997, s.106).

Dr.M.Juran’ın “kullanış amacına uygunluk” tanımından yola çıkılarak kalite “ürün veya hizmetlerin kullanıcı veya tüketicinin istek ve gereksinimlerine uygunluk derecesi” şeklinde tanımlanabilir.



Bu tanım, ürün ya da hizmetin hangi kalite düzeyinde olması gerektiğini belirleyen itici gücün müşteri olduğunu göstermektedir. Müşterinin ihtiyaçları ya da beklentileri değiştikçe, kalitenin de düzeyi değişmelidir. Bu anlamda, kalitenin sabit, evrensel olarak kabul edilmiş bir düzeyi yoktur, farklı müşteri gruplarının farklı düzeydeki kalite beklentilerini belirtir (Mitra, 1993, s.7).

Kalite genelde iki boyutta incelenebilir. Bunlar, tasarım kalitesi ve uygunluk kalitesidir (Montgomery, 1990, s.2). Tasarım kalitesi, ürün veya hizmetin en azından müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanması gerektiğini ifade eder. Genel olarak, tasarım kalitesi müşterinin ihtiyacını karşılayacak düzeyde olurken aynı zamanda yalın ve ucuz da olabilmelidir. Tasarım kalitesi, ürünün cinsi, maliyet, üretici firmanın kâr politikası, ürüne olan talep, hammaddenin bulunabilirliği ve ürün güvenliği gibi faktörlerin etkisi altındadır (Mitra, 1993, s.8).

Uygunluk kalitesi, üretilen ya da sunulan hizmetin tasarım aşamasında belirlenen spesifikasyonlara ne kadar uyduğunu gösterir (Mitra, 1993, s.9). Uygunluk kalitesini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar, üretim prosesi seçimi, işgücünün eğitimi ve denetimi, uygulanmakta olan kalite güvence sisteminin türü (proses kontrol, test, muayene faaliyetleri vb.), bu kalite güvence sistemlerinin hangi aşamaya kadar izlendiği ve iş gücünün kaliteyi elde etme konusundaki motivasyonu olarak sıralanabilir (Montgomery, 1990, s.2).

Gündelik hayatta, tasarım kalitesi ya da uygunluk kalitesi ayrımı açıkça belirtilmediği takdirde kalite teriminin kullanımında ciddi karışıklıklar yaşanmaktadır. Tasarımda kalite elde etmek için ürün ya da sürecin tasarımı aşamasında, o tasarımla belli fonksiyonel gereksinimlerin karşılanması ile ilgili kararlar bilinçli bir şekilde alınmalıdır. Örneğin tasarım aşamasında eklenecek bir parça ile ürünün güvenilirliği artacak ve dolayısıyla bozulma olasılığı azalacaktır. Böylece satış sonrası hizmete daha az gerek olacak ve müşterinin ürünün performansından duyduğu memnuniyet artacaktır.

Ürünün böyle tasarlanması, ürünün maliyetini arttıracaktır. Ancak bu maliyet önleme maliyetidir ve ilerde, ürünün yaşam eğrisinin son basamaklarında oluşabilecek

kalite sorunlarının ve dolayısıyla bunlardan kaynaklanabilecek maliyetlerin önlenmesi amaçlanmıştır.

2.2. Kalitenin Gelişimi

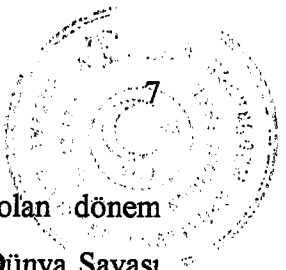
Üretilen ürün ya da hizmetlerin kalitesi çok eski zamanlardan beri doğrudan ya da dolaylı olarak izlenmiştir. Ancak, kalitenin istatistiksel prensiplerle niceliksel olarak ölçülmesi, kalite kavramının varoluşundan çok daha sonra olmuştur (Mitra, 1993, s.4).

Kalite kontrolün gelişimi, yirminci yüzyıl boyunca aşamalı bir şekilde gerçekleşmiştir. Feigenbaum'a göre, her 20 yılda önemli değişiklikler kaydedilen kalite kontrol yaklaşımının gelişimi şöyle özetlenebilir (Feigenbaum, 1991, s.15).

Kalite alanında yapılan ilk çalışmalar, 19. yüzyılın sonlarına değin yürütülen operatörlerin yürüttüğü kalite kontroldü. Üretim hacminin çok düşük olduğu bu zamanlarda, üretimi yürüten bir işçi ya da bir işçi grubu üretimin yanı sıra kaliteyi kontrol etmekten de sorumluydu.

1900'li yıllarda formenlerin kalite kontrolü yürüttüğü döneme geçildi. Endüstri devrimi ile birlikte kitle üretimi kavramı gelmişti. Üretim görevi gruplar arasında dağıtılmıştı ve bir formen tarafından yönetiliyordu. Ve bu operasyonu yürüten kişi kalitenin sağlanmasından da sorumluydu (Mitra, 1993, s.4).

1920'li yıllardan 1940'lı yıllara kadar muayene dönemi vardı. I. Dünya Savaşı sırasında üretim sistemi daha karmaşık hale geldi. Bu nedenle, her üretim formenine bağlı işçi sayısı arttı. Bunun sonucu olarak, sadece kalite kontrol ile uğraşan, muayene eden kalite kontrol elemanları görevlendirildi. Bu zaman zarfında, bazı istatistiksel araçlar geliştirildi. 1924 yılında Walter A. Shewart, Bell Laboratuvarları'nda bir ürünün değişkenlerinin kontrol edilebilmesi için kontrol çizelgesini kullanmayı önerdi (Ishikawa, 1997, s.19).



Feigenbaum tarafından, 1940'lı yıllarda 1960'lı yıllara kadar olan dönem istatistiksel kalite kontrol dönemi olarak adlandırıldı. Bu dönemde, II. Dünya Savaşı nedeniyle başlayan üretim ihtiyacı nedeniyle kitle üretime geçilmişti. Üretim miktarının artması ile, ürünlerin tamamının muayenesi imkansızlaştı ve bu yüzden örnekleme şemaları ve kontrol şemaları kullanılmaya başlandı (Mitra, 1993, s.5).

Amerikalılar bu yıllarda çok hızlı bir büyüme göstermişler ancak kaliteyi göz ardı ederek teknolojik gelişmelere yatırım yapmışlardı. Amerika'nın bu gelişmeyi gösterdiği yıllarda Japonya Kalite Rönesansı'nı tamamlamıştı. Japon firmaları kalite rönesansı ile Amerikan pazarına, hatta tüm dünya pazarında kendilerini göstermişlerdir.

Bu durum karşısında ABD'li yetkililer kalite konusunda uzman kişilere başvurmuş ve sanayi için yeni üretim ve yönetim stratejileri oluşturmuşlardır. 1980'li yılların başından beri kalitenin yönetimi ve iyileştirilmesi pek çok işletme ve organizasyon için temel strateji olmuştur. Birçok şirket ürünlerini ve süreçlerini iyileştirmek için toplam kalite yönetimini (TKY) benimsemiş ve yürütmeye başlamışlardır. TKY, prensip ve araçları ile şirket çapında bir yönetim sistemidir. Kökleri Deming'in bir hayli beğenilen "14 Noktası"na kadar dayandırılabilir. Literatür ve mevcut uygulama vakaları gözden geçirildiğinde, TKY'nin birbirleri ile ilişkili ve başarılı bir yürütme için gerekli bazı önemli unsurları olduğu görülür. Bu unsurlar şöyle özetlenebilir (Şirvancı, 1994, s.21):

- üst yönetimin liderliği
- güçlü müşteri odağı
- iş görenlerin yetiştirilmesi ve eğitimi
- takım çalışması
- sürekli iyileştirme

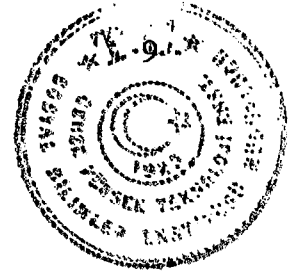
Müşteri odaklı hedefler belirlenirken ve tanımlanırken, hedefe ulaşmak için ürün/hizmet ve süreçlerin iyileştirilmesi, sürekli iyileştirme yaklaşımıdır. Takım çalışması, eğitim ve liderlik gibi diğer unsurlar, sürekli iyileştirmenin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için gereklidir, ancak sürekli iyileştirme kalitede ilerleme



sağlayabilmek için esas faaliyetlerdir. Aslında pek çok uygulayıcı TKY'yi ve sürekli iyileştirmeyi eş anlamlı olarak kullanmaktadırlar.

Son 40 yıldır Japonya'da, ve kısa bir süredir Amerika'da sürekli iyileştirmeyi yürütmek için birçok metot ve uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulamalar, değişkenliğin azaltılması, çevrim süresinin kısaltılması, süreç basitleştirme, kuvvetli ürün ve süreç tasarımı, karşılaştırma, rakip analizi olarak sıralanabilir (Şirvancı, 1994, s.22).





3. KALİTE KONTROL VE ARAÇLARI

3.1. Kalite Kontrol

Japon Endüstriyel Standartları'na göre, kalite kontrolü şöyle tanımlanır: Kalite kontrolü, "Tüketicilerin gereksinimlerini karşılayan kaliteli mal veya hizmetleri ekonomik olarak üreten üretim yöntemleri sistemidir". Ishikawa'ya göre ise "Kalite kontrol yapmak; en ekonomik, en kullanışlı ve tüketiciyi her zaman memnun eden kaliteli bir ürünü geliştirmek, tasarlamak, üretmek ve bakımını yapmak demektir (Ishikawa, 1997, s.46).

Kalite kontrolü, genel olarak, bir ürün ya da hizmetin kalitesini istenilen seviyede tutmak için kullanılan bir sistem olarak tanımlanabilir (Mitra, 1993, s.10). Planlama, tasarım, uygun araç ve prosedürlerin kullanımı, muayene ve proses çıktısı ile belirlenen spesifikasyonlar arasında sapma varsa düzeltici önlemlerin alınması aşamalarından oluşur.

Bir ürün, müşterinin kullanıma uygunluk kriterine uyarsa, o ürünün dengeli ya da tekrar edilebilir bir proses ile üretildiği söylenebilir. Bir başka deyişle, o proses söz konusu ürünün hedef veya beklenen kalite karakteristiklerine yakın değerlerde yürütülebilmektedir. İstatistiksel proses kontrol, proses dengeliliği sağlamada, ve değişkenliği azaltıp, yeterliliği iyileştirmede yararlı olan problem çözme tekniklerinin birleşimidir (Montgomery, 1990, s.101).

3.1.1. Kalite Kontrol Araçları

Kalite araçları olarak adlandırılan araçlar, özellikle uygulama sürecinde ortaya çıkan ya da karşılaşılabilecek problemlerin belirlenmesine ve çözülmesine yönelik bilgi

ve veri üretimini yönlendirmek, kolaylaştırmak ve sistematik bir yaklaşımla bu bilgi ve verileri değerlendirmek amacına yönelik olarak tasarlanmışlardır.

İstatistiksel proses kontrolün yedi temel aracı şunlardır (Montgomery, 1990, s. 101):

1. Pareto diyagramı
2. Neden-Sonuç diyagramı
3. Histogram
4. Kontrol kartları
5. Dağılım diyagramları
6. Kontrol çizelgesi
7. Gruplandırma

3.1.1.1. Pareto Diyagramı

Pareto diyagramı, bir problemin önemli nedenlerini daha az öneme sahip olan nedenlerden ayırt etmekte kullanılan bir çubuk diyagramıdır. Bu diyagramla, en sık oluşan hatalar açıkça görülür (Sytsma, S. and Manley, K.)

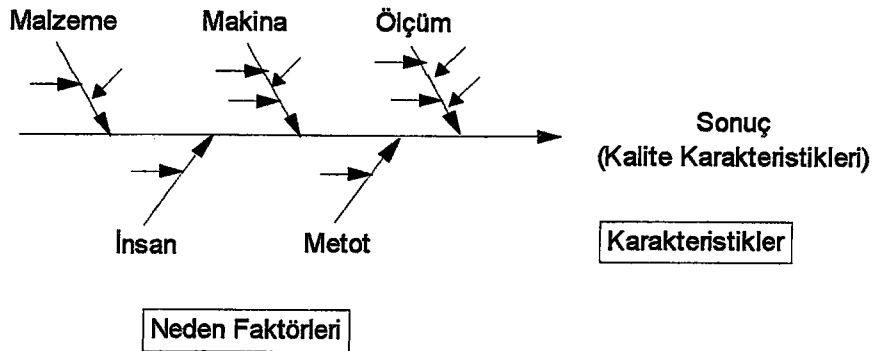
Pareto analizi ilk defa İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto tarafından kullanılmıştır. Problemlerin nedenleri genellikle Pareto prensibine uygundur. Pareto prensibi; problemlerin büyük bir kısmının genellikle birbiri ile bağlantılı az sayıdaki ancak baskın nedenden kaynaklandığını ifade eder. "80/20 kuralı" olarak da adlandırılan bu kalite aracı, "problemin %80'lik kısmına %20'lik aktivitenin neden olması ve bu önemli %20'lik payın üzerinde yoğunlaşılması" anlamına gelmektedir (Özevren, s.210).

3.1.1.2. Neden-Sonuç (Balık Kılçığı) Diyagramları

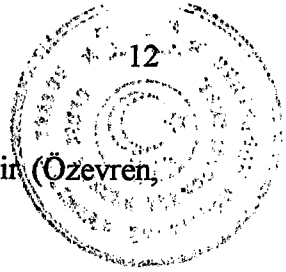
Neden-sonuç diyagramları problem çözme ve proses geliştirmede çalışan takımların en çok kullandıkları kalite araçlarından birisidir. Görünüşünden dolayı balık kılçığı ya da 1943 yılında bu aracı ilk geliştiren kişi olan Tokyo Üniversitesi profesörlerinden Kaoru Ishikawa'nın adıyla Ishikawa diyagramı olarak da adlandırılır (Barton, 1997, s.312).

Neden-sonuç diyagramı, tanımlanan proseslerde söz konusu problemler veya geliştirme fırsatları ile öngörülen sebepler arasındaki bağların doğru ve eksiksiz olarak ortaya çıkarılmasına olanak verir. Bu aracın amacı, problemlerin ya da proseslerin anlaşılabilirliğini farklı bir bakış açısı ile ele almaktır. Neden-sonuç diyagramları ile prosesteki her adım için veya her problem için genel nedenlerden yola çıkılarak en ufak detaya inilir ve nedenin ortaya çıkarılması için temel bilgi ortaya konulabilir.

Neden-sonuç diyagramı temelde nedenler ve sonuçlar olmak üzere iki kısımdan oluşur. İşten kaynaklanan özel kalite karakteristikleri ya da problemleri sonuçlar olarak belirtilir. Örnek olarak, ürün kalitesi, maliyeti, üretim miktarı, teslimat zamanı, iş yeri güvenliği ile ilgili problemler verilebilir. Nedenler ise, belirtilen sonuçları ya da karakteristikleri etkileyen faktörlerdir. Sonucu etkileyen bir çok neden vardır, ama bu kadar çok nedenle uğraşmak hem çok güç hem de gereksiz olabilir.



Şekil- 3.1. Neden-Sonuç Diyagramı
(Kaynak: Ishikawa, K., 1997, s.65)



Başarılı bir neden-sonuç diyagramı analizi için şu yollar izlenmelidir (Özevren, 1997, s.224).

1. Problem üzerindeki tüm sebepler mümkün olduğunca göz önünde bulundurulmalıdır. Belirtiler yerine nedenler veya etkiler üzerinde çalışılmalıdır.
2. Sorunla ilgili açıklamanın tatminkar olmasına dikkat edilmelidir.
3. Nedenlerin belirlenmesinde mümkün olduğunca çok akış diyagramları kullanılarak çalışmaya özen gösterilmelidir.

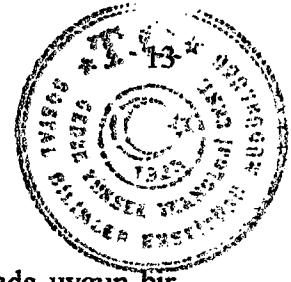
Bu araç yardımıyla problem veya işlem içinde yer alan her konunun ele alınması mümkün olup sorunların çözümüne doğrudan ve hızlı katkı sağlanır. Önemli olan sonuca etki eden sebepleri doğru belirlemek ve sınıflandırmaktır. Bunun için de takımın konu ile ilgili uzmanlardan oluşması şarttır.

3.1.1.3. Histogram

Histogramlar, veri dağılımlarını görsel olarak göz önüne koyabilme amacıyla süreklilik gösteren verilerin basit bir istatistiksel diyagram yoluyla ortaya konmasıdır. Verilerin sayısı ne kadar çok olursa elde edilecek olan dağılım da o kadar açık ve anlaşılır olacaktır.

Histogramlar genellikle boyut, ağırlık, sıcaklık gibi ölçülebilir özelliklerin ölçümünden elde edilen verilerin, yani çok sayıdaki gözlemin dağılımını ve belirli bir zaman içindeki değişkenliğini görüntülemekte kullanılır. Bu değişkenliğin yorumlanmasıyla nedenlerin ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmaların geliştirilmesine katkı sağlanır.

Histogramlar prosesi kontrol altında tutmada yararlanılan en önemli araçlardan biridir. Histogramların oluşturulmasında ortalama, mod, medyan, dağılım aralığı, sınıf sayısı, standart sapma gibi istatistiksel büyüklüklerden yararlanır. Histogramların yorumlanması ile gerek görsel, gerekse sayısal değerler kullanılarak prosesin değişkenliğinin değerlendirilmesine yönelik önemli sonuçlar elde edilir (Akın, 1996, s.40).



3.1.1.4. Kontrol Kartları

İş yoğunluğu bakımından çok yüklü işletmelerde, verileri toplamada uygun bir yöntem kullanılmazsa, bu veriler proses içinde kolaylıkla kaybolabilir ve çalışanların proses üzerinde yaptıkları müdahaleler verimli olmaktan çıkar. Bunun için çalışanların, işletmedeki operasyonlar sırasında verilerin nasıl toplandığını çok iyi bilmeleri ve özümsemeleri gerekmektedir. Veri toplama ve toplanan bu verileri işler hale sokmak en basit operasyon adımı için bile büyük önem taşır.

Bir kontrol kartı oluşturmak için, belirli bir zaman dilimi içerisinde toplanan veriler daha önce belirlenen sınıflara çeşitli işaretler konularak kaydedilir (Özevren, 1997, s.213).

Bir kontrol kartı hazırlarken, bunu hazırlayan kişinin unutmaması gereken en önemli nokta verilerin bir karara varmak amacıyla toplandığıdır. Veriler tek başlarına işlenmemiş ve koordine edilmemiştir. Bu şekildeki veriler hiçbir işe yaramaz. Ancak, veriler karar verebilme amacı ile organize edilir ve gruplandırılırsa işe yarar hale gelirler. Bunun için de kontrol kartı hem veri toplamada kolaylık sağlayacak şekilde hem de mümkünse bir bakışta proseste nelerin olup bittiğini gözler önüne serecek şekilde tasarlanmalıdır (Montgomery, 1990, s.118).

Kontrol kartı, bir üretim sırasında nitel ve nicel verilerin toplanması için kullanılan etkili bir araçtır. Bir çalışmada (vardiyası saati, günü, haftası gibi) söz konusu proseste hangi tip gelişmelerin yaşandığını gösterebilir. Bu bilgi, verilerin kolayca analiz edilmelerini sağlar. Aynı zamanda hangi konunun araştırılması gerektiğine dair kararın verilmesine de katkı sağlar.

3.1.1.5. Dağılım Diyagramları

Dağılım diyagramları bir süreç içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir. İki faktörün birbirini etkileyip etkilemediği veya etkiliyorsa nasıl etkilediğini belirlemek için gereklidir. Dağılım diyagramı bir x-y diyagramıdır ve yatay ekseninde problemin

nedeni, dikey ekseninde ise problem yer alır. Problemin nedeni ve problem arasındaki ilişki, değişkenin aldığı ardışık değerlere karşılık gelen sonuç değerlerin ölçülmesi ile ortaya konur (Montgomery, 1990, s.125).

Başarılı bir dağılım diyagramı oluşturabilmek için neden-sonuç analizi desteğinde istenmeyen etkilere karşı şüpheli nedenlerin belirlenmesi gerekir. İlişkinin varlığını kesinleştirmek için çiftli değişkenlerin serisi karşılaştırılmalıdır. Dağılım diyagramının yorumlanmasına yönelik iki genel yaklaşım söz konusudur. Diyagramda ilişkiyi görüntüleyen noktalar pozitif veya negatif olarak birbiri ile ilişkilidir ya da noktalar öylesine dağıntıdır ki iki değişken arasında herhangi bir ilişkiden söz edilemez (Devore, 1982, s.428). Dağılım diyagramları göze en çok hitap eden grafik türlerinden biri olarak kabul edilir. Bu diyagramlar yardımıyla yeni fikirler ortaya koyabilme imkanı doğar.

3.1.1.6. Kontrol Çizelgesi

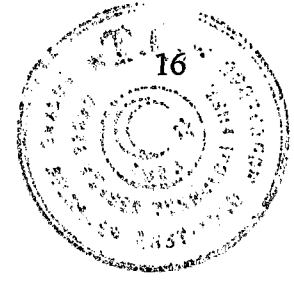
Herhangi bir proseste üretilen ürünler birbirlerine tamamen benzemezler, bir değişkenlik söz konusudur. Bu değişkenliği gözlemlemek için kalite araçlarından biri olan kontrol çizelgesine ihtiyaç duyulur. Bu araç, prosesin hem dengeliliğini hem de yeterliliğini belirlemede yardımcı olur.

Kontrol çizelgesi, ölçümü yapılan numunenin kalite karakteristiklerinin numune sayısı ya da zamana göre grafiğe aktarılmasıdır. Çizelge, prosesin kontrol altında iken taşınması gereken kalite karakteristiklerinin ortalama değerini gösteren kalın orta hat çizgisi ve kontrol limitlerinden oluşur. Kontrol limitleri kesikli çizgilerle toleransları belirtecek şekilde orta hat çizgisinin alt ve üst tarafına yerleştirilir (Akın, 1996, s.77).

Grafiğe aktarılan ölçüm değerleri, kontrol limitleri arasında yer alırsa, proses kontrol altındadır, ancak tersi söz konusu ise, proses kontrol dışına çıkmış demektir ve önlem alınmalıdır.

3.1.1.7. Gruplandırma

Gruplandırma, bir veri grubunu anlamlı alt gruplara ayırmaktır. Bir grubun bütününe incelemek yerine, parçalarını incelemenin daha anlamlı olduğu durumlarda uygulanır. Histogram ve dağılım diyagramları ile kullanılırlar (Özevren, 1997, s.220). Farklı vardiyalarda üretilen ürünle ilgili verileri, vardiyalara ayırarak bu ekiplerin performansı karşılaştırılabilir.



4. KALİTE İYİLEŞTİRME

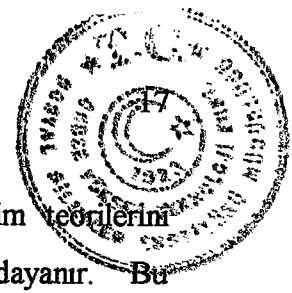
4.1. Kalite İyileştirmenin Anlamı

Kalite iyileştirme, prosesleri sürekli olarak inceleyip onları daha etkili hale getirmektir. Şirketler müşterileri için daha iyi ürün ve hizmet üretmek için daha iyi yollar aradıkça iş çevresinde oluşmaya başlayan bir düşüncedir.

Kalite iyileştirme hiç bitmeyen bir süreçtir, ve bir prosesteki değişkenliği, ve uygun olmayan ürünlerin üretimini azaltma çalışmaları sonsuza kadar sürmelidir (Mitra, 1993, s.18). Proses kontrolü sistemi, prosesi kontrol dışı bırakan kötü hammadde, araçların aşınması, operatör hatası gibi belirli nedenlerin süreç içinde veya sonrasında belirlenmesi ve giderilmesini amaçlamaktadır. Kalite iyileştirme ise, genel nedenlerin süreç öncesinde, süreç dışında belirlenmesi ve giderilmesi ile de ilgilenir. Genel nedenler, sisteme bağlı ve her zaman var olan nedenlerdir. Çıktı üzerindeki etkileri, özel nedenlere göre daha az olabilir (Mitra, 1993, s.18).

Üretim firmaları, ekonomik yönden başarılı olup hayatta kalmak için müşteri gereksinimlerini anlayıp onları karşılamak zorundadırlar. Bu nedenle, kalite iyileştirme çoğu organizasyonda mevcut müşterileri ve pazar payını korumak ya da yeni ürünleri ve kullanılan teknolojiyi daha rekabetçi kılabilmek için gerekli bir faaliyet olmuştur.

Pek çok organizasyon için kalite karakteristikleri hatasız olan ürünleri elde etmek zor ve pahalıdır. Bu zorluğun ana nedeni değişkenliktir. Montgomery'e göre her üründe belli bir değişkenlik vardır, yani birbirinin aynı olan iki ürün yoktur (Montgomery, 1990, s.3). Bu değişkenlik büyük ise, müşteri için o ürün istenilmeyen, kabul edilmeyen hale gelir. Değişkenlik, kullanılan malzemedeki, üretim ekipmanının operasyonunda ve performansındaki, ve operatörlerin iş görmelerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir. Bu yüzden, kalite iyileştirme ürün ve prosesteki değişkenliğin azaltılması olarak tanımlanabilir.



Kalite iyileştirmenin prensipleri, Japonya ve A.B.D' de yönetim teorilerinin kökten değiştiren bir istatistikçi olan W.E. Deming'in çalışmalarına dayanır. Bu prensipler şöyledir (Coleman, and Endsley,1999, s.24-25):

1. Müşterilere yoğun bir şekilde odaklanma,
2. Tüm süreçlerin sürekli iyileştirilmesi,
3. Kaliteye ulaşmak için tüm organizasyonun katılımı,
4. Karar vermeyi iyileştirmek için veri ve takım bilgisinin kullanılması.

4.2. Kalite İyileştirme Araçları

Kalite iyileştirme sürecini iyi bir şekilde gerçekleştirmek için prosesi çok iyi tanımak gerekir. Bunun için bir önceki bölümde anlatılan kullanılan temel araçların yanı sıra ileri kalite yönetim araçları ve kullanılır. Bu bölümde bu araçlar anlatılacaktır. Ayrıca son yıllarda geliştirilen yedi yönetim aracı diye adlandırılan araçlar kısaca anlatılacaktır.

4.2.1. İleri Kalite Yönetim Araçları

Bu alt bölümde ileri kalite araçlarından kalite fonksiyonlarının geliştirilmesi, ve hata türleri ve etkilerinin analizinin yanı sıra kabul örnekleme ve proses/makine yeterlilik analizi anlatılacaktır. Deney tasarımı tekniği bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4.2.1.1. Kalite Fonksiyonlarının Yerleştirilmesi

Kalite fonksiyonlarını yerleştirme tekniği, (QFD) bir ürün proses veya hizmetin tasarlanması sırasında o ürün, proses veya hizmetin üretilmesinde veya sunulmasında rol oynayan tüm üretici ve tedarikçi firmaların, müşteri talep ve ihtiyaçlarını dikkate alıp bir takım çalışması yürüterek sonuca ulaşmalarını sağlayan bir kalite tekniğidir.

Müşteriye, ihtiyaçlarını tam olarak karşılayabilecek en iyi ürünü sunmayı amaçlar. QFD, yüksek kalitede ürün üretilmesini ve çok daha iyi hizmet verilmesini ve maliyetlerin aşağı çekilmesi sağlayan güçlü bir araçtır. Takım çalışması yaparak müşteri istek ve gereksinimlerinin ortaya konması, problem belirleme ve çözme, karar verme ve doğru planlama yapma temeli üzerinde geliştirilmiştir (Hovmark, 1994, s. 241).

Şirketler, QFD metodunu kullanarak müşterilerinin beklentilerini belirleyebilir ve onların ihtiyaçlarını ürünlerine yansıtabilirler. Daha da önemlisi bu tekniği kullanarak şirketler, müşteri gereksinimlerini, mühendislik ve üretim proseslerine doğru olarak yerleştirerek daha doğru sonuçlara ulaşabilirler.

Müşterinin isteklerinden yola çıkarak, organizasyondaki her birey müşteri gereksinimlerini karşılamak için işini en iyi şekilde yapmaya çalışır. QFD müşterilerin istediklerinin ne olduğunu ve sonra da bu ihtiyaçlarını yerine getirmek için kullanılabilir kaynakların nasıl en iyi bir şekilde kullanılacağına karar veren bir mantık sistemidir.

QFD sayesinde sağlanan faydalar şöyle sıralanabilir (Dean,):

1. Geliştirme süreci kısaltılır. Uygulanan takım çalışmaları, yapılan planlamalar, problemlerin belirlenip, çözülmesinde önemli bir kolaylık sağlar.
2. Üretimde ya da proses tasarımı QFD tekniği kullanılarak hem maliyetlerin aşağı çekilebileceği, hem de maksimum performans elde edilebileceği saptanmıştır.
3. Operasyonlarda, ekipmanda ve malzemede yapılan değişiklikler sayesinde üretilen ürünlerin daha kolay şekilde, daha ucuza ve yüksek kalitede yapılması sağlanmıştır.
4. QFD metodu, pek çok verinin birçok kaynaktan toplanması ile belirli müşteri beklentilerini, müşteri hakkındaki raporları, rekabetçi pazar analizlerini, uzman mühendisliği, üretim kapasitelerini, kuruluş kaynaklarını, stratejik amaçları maliyet anlayışı açısından bir araya getirilmesinde yardımcı olur.

5. Bu veriler ürünlerin geliştirilmesi ya da yeni ürünlerin veya hizmetlerin tanıtımı için kullanılabilir veya deney tasarımı gibi kalite tekniklerinin uygulanması için kullanılabilir.

4.2.1.2. Hata Türleri ve Etkilerinin Analizi

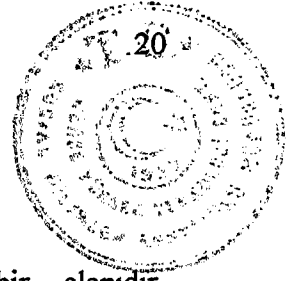
Hata türü ve etkilerinin analizi (FMEA) ile, kurulmuş bir prosesin, üretime hazır hale gelmesinin ardından veya üretime geçmiş bir proseste, önemli olan prosesin veya ürünün güvenilirliğini sağlamaktır. Güvenilirlik ürünlerin veya prosesin önemli bir özelliğidir. Aynı zamanda müşteri tatminini sağlamakta etkisi çok fazla olan bir faktördür (Ashley, 1993, s.71).

Müşteriler satın aldıkları ürünü uzun süre sorunsuz bir şekilde kullanmak isterler. Bu bağlamda ürünün veya prosesin güvenilirliğini sağlamak için atılacak adım ortaya çıkabilecek olan hataların türlerini ve bunların ürün ya da prosese etkilerini belirleyebilecek bir risk analizinin yapılması ve kurulacak veya kurulmuş olan bir prosesin güvenilirliğinin kontrol altına alınmasıdır.

Hata türü ve etkileri analizi (FMEA) öncelikli olarak ürün ve proses geliştirme üzerine eğilir. FMEA tekniğinin faydaları şöyle sıralanabilir (Efil, 1999, s.204):

1. Ürünün, tasarım, güvenilirlik, üretim teknolojisi alanlarındaki eksik, zayıf ve yetersiz noktalarını belirler,
2. Olası değişiklik maliyetlerini azaltır,
3. Ürünün pazara sunulma zamanı kısılır,
4. Garanti süresi içinde oluşan maliyetler azalır,
5. Müşteri memnuniyeti artar.

FMEA tekniğinin temeli, ürüne müşteri beklentilerini kazandırmak amacıyla tasarım karakteristiklerini, planlanan üretim ve montaj yöntemleri ile göreceli olarak karşılaştırmaktır. Birbirinden farklı yetenek ve deneyim sahibi kişilerin bir araya gelerek oluşturdukları bir takımın çalışması olarak ortaya çıkar.



4.2.1.3. Kabul Örneklemesi

Kabul örneklemesi, istatistiksel kalite kontrolün önemli bir alanıdır. Hammaddelerin, yarı ürünlerin ve son ürünlerin muayeneleri kalite güvence faaliyetlerinde önemli bir yere sahiptir. Bir ürünün kabul edilmesi ya da reddedilmesi amacıyla standarda uygunluğunun test edildiği muayene kabul örneklemesidir.

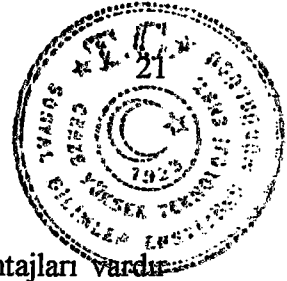
Kabul örneklemesi, satın alınan hammadde ya da montaj parçalarının muayenesinde; süreç içinde yürütülen faaliyetlerin çeşitli aşamalarında; ya da son ürünün muayenesinde yapılabilir.

Kabul örneklemesinde, tedarikçiden satın alınan hammadde, ya da montaj edilecek parça ya da kısaca girdilerden oluşan partiden örnek alınır. Ve o örnekteki bazı kalite karakteristikleri muayene edilir. Örnekten alınan bilgiye dayanarak, söz konusu partinin yapısı ile ilgili karar verilir. Bu karar, o partinin kabul ya da reddedilmesi kararıdır. Kabul edilen parti üretim hattındaki yerini alır, reddedilen partideki mallar ise tedarikçiye gönderilir (Montgomery, 1990, s.551).

Kabul örneklemesinin, incelenen partinin dolayısıyla o partide yer alan malların üretildiği prosesin kalite düzeyini ölçmediği ya da iyileştirmedeği vurgulanmalıdır. Sadece incelenen partinin doğası ile ilgili bilgi verir. Örnekleme işleminin işleyişinden dolayı, aynı kalitede olsalar bile bazı partiler kabul edilirken bazıları reddedilebilir. Bu yüzden, proses kontrolü metotları ve iyileştirme gereklidir. Örnekleme daha çok bir denetleme aracı olarak görülmelidir (Mitra, 1993, s.332)

Kabul örneklemesi, şu durumlarda yararlıdır (Montgomery, 1990, s.552):

1. ürünün test edilmesi ürüne zarar verirse,
2. %100 muayene maliyeti çok yüksek olursa,
3. %100 muayenenin yapılması teknolojik olarak mümkün değilse, ya da çok uzun sürüp üretim programını aksatma ihtimali varsa,
4. muayene edilecek pek çok ürün varsa, ve muayene hata oranı yüksekse,
5. tedarikçi ile daha önce satın alınan ürünün kalitesi ile ilgili sorun yaşanmamışsa, ancak tedarikçinin proses yeterliliği, tüm ürünlerin muayene edilmeden kabulünü sağlayamıyorsa kabul örneklemesi tercih edilir.



4.2.1.3.1. Kabul Örneklemesinin Avantajları

Kabul örnekleme %100 muayene ile karşılaştırıldığında şu avantajları vardır (Mitra, 1993, s.332):

1. Ürünün test edilmesi ürüne zarar verirse, %100 muayene mümkün değildir.
2. Daha ekonomiktir, ve incelenen parti daha az zarar görür. Muayenenin birim maliyeti ve gereken birim zaman uzunsa kabul örnekleme tercih edilir.
3. Muayeneden kaynaklanan hataları azaltabilir. Hacmi büyük partilerin tekrarlı muayeneleri söz konusu olduğunda, muayene eden kişinin yorgunluğuna bağlı olarak uygunsuzluklar doğru olarak belirlenmeyebilir.
4. Partinin tümünün kabul ya da reddedilmesi söz konusu olduğu için kaliteyi iyileştirmek için güçlü bir motivasyon sağlar.

4.2.1.3.2. Kabul Örneklemesinin Dezavantajları

Kabul örneklemesinin bazı dezavantajları şöyle sıralanabilir (Montgomery, 1990 s.553):

1. Kötü partileri kabul, iyi partileri reddetme riski vardır,
2. %100 muayene ile karşılaştırıldığında ürün ya da o ürünün üretildiği proses hakkında daha az bilgi sağlar,
3. Kabul örnekleme planının seçimi ve bu prosedürün belgelenmesi zaman ve emek gerektirir.

4.2.1.4. Proses ve Makine Yeterlilik Analizleri

Bir ürünün üretiminde kullanılacak proseslerin ve prosesler sırasında kullanılacak ekipmanın prosesin ve dolayısıyla ürünün kalitesine etkisi vardır. Bu yüzden kullanılacak ekipmanın, üretilen ya da montajı yapılan ürünlerin kalite karakteristiklerinin kabul edilebilir düzeyde olmalarını sağlayacak şekilde önceden belirlenen toleranslar dahilinde çalışması gerekmektedir. Eğer, ekipman bu yeterliliği

gösteremezse, yeniden işleme ya da hurda maliyetleri söz konusu olacaktır (Feigenbaum, 1983, s.778).

Proses ekipmanının performansının ürün ve proses kalitesi üzerindeki etkisini gören şirketler, kendi proseslerinin ve ekipmanlarının yeterliliği ile ilgili çalışmaya başlamışlardır (a.g.k., s.779).

İstatistiksel teknikler, bir ürünün, üretilmesinden önceki ürün geliştirme faaliyetlerinde, üretim prosesindeki değişkenliğin hesaplanmasında, bu değişkenliğin ürün beklentilerine ya da spesifikasyonlarına göre analiz edilmesinde, ve bu değişkenliği azaltmak ya da yok etmek için ürün geliştirme ya da üretim aşamalarında yararlıdır. Bu faaliyete proses yeterliliği analizi adı verilir (Montgomery, 1990, s.365).

Proses yeterliliği, istatistiksel olarak kontrol altında olan bir prosesin performansı temsil eder. Proses yeterliliği, sistemde var olan kontrol edilemeyen nedenlerden kaynaklanan toplam değişkenlikle belirlenir. Bu nedenler sisteme bağlı oldukları için her zaman var olacaktır. Bu yüzden, proses yeterliliği, proses kontrol altına girdikten sonra, kontrol edilebilir nedenlerin giderilmesiyle elde edilebilen ürün kalite karakteristiklerindeki değişkenlik olarak görülebilir (Mitra, 1993, s.294).

Proses yeterliliği analizi, proses yeterliliğini bulmak için kullanılan prosedürdür. Söz konusu prosesin kalite karakteristiklerinin ortalaması ve standart sapmasının bulunmasının yanı sıra, göreceli frekans dağılımının da bulunmasını içerir. Eğer spesifikasyon limitleri biliniyor ise, uygunsuz ürünlerin oranı da bulunabilir. Doğru bir proses yeterliliği analizinde, proses parametreleri ile ilgili veriler toplanır ve analiz edilir. Amaç, proses parametreleri ile ürün karakteristikleri arasındaki ilişkiyi bulmaktır. Böylece, ürün karakteristikleri ile ilgili herhangi bir sorun olduğunda, ilgili proses parametrelerine müdahale edilerek gerekli önlemler alınır (a.g.k, s. 294).

4.2.2. Yedi Yeni Yönetim Aracı

Bir önceki bölümde anlatılan temel araçlar mevcut verilerin olması durumunda kullanılmaktadır. Ancak yönetim problemlerinin çözümünde veriler her zaman olmayabilir veya bu verileri niceliksel olarak ifade etmek güç olabilir. Böyle bir durumda sözlü verilerden bahsedilir. İşte bu durumlarda yedi yeni yönetim aracı kullanılır. Bu araçlar ile, kalite iyileştirme, maliyet düşürme, yeni ürün geliştirme gibi yararlar sağlanabilir. Bu yaklaşım, problem çözümünde analitik yaklaşımdan uzaklaşan bir tasarım yaklaşımıdır. Tasarım yaklaşımında, problem çözümü sırasında detaya girmek ön plandadır (İmai, 1994, s.241).

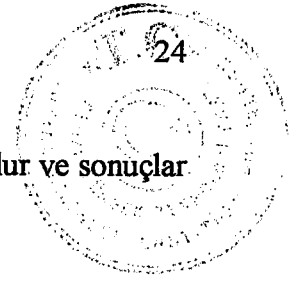
Yönetim araçları, yöneticiler ve operatif düzeydeki çalışanlar tarafından araştırma ve problem çözme sürecinde yaratıcılıklarını ve becerilerini konu üzerinde yoğunlaştırmak, yeni fikirler üretmek ve yeni çözüm yolları bulmak için kullanılır.

Problem çözme çalışması öncelikle verilerin doğrulayıcı ve mantıksal yapılara oturtulması ile başlar ve değişik kaynaklardan elde edilen bilgilerin birlikte yorumlanması ile oluşturulan son planın kontrolü ve detaylandırılması ile sona erer. Yönetim araçları bu tür bir çalışmanın her evresinde çalışmaları eksiksiz destekler. Yedi yönetim aracının verimli olarak kullanılabilmesi için, iyi motive olmuş çalışanlar ve metodu bilen bir lider gerekir.

4.2.2.1. İlgili Diyagramları

İlgili diyagramları ile düzensiz koşullardan söze dayalı veri toplayarak önemli fakat çözüme ulaştırılamamış problemler aydınlatılabilir ve ortak eğilim ile bu veriler analiz edilir. Bu diyagramlar yardımıyla gerçekler, fikirler ve düşünceler organize edilir hale gelir. İlgili diyagramlarının oluşturulması beyin fırtınasına dayanır ve böylelikle görsel bir sonuç elde edilir.

Öncelikle; problem niteliği taşıyan bir konu seçilir. Veri toplanır ve bu veriler kartlar üzerine yerleştirilir. Veri kartları belli bir mantık sırasına göre düzenlenerek



etiketlenir . Düzenlenmiş bu kartlar kullanılarak ilgi diyagramı oluşturulur ve sonuçlar gruplandırma ile bütünleştirilir (Özevren, 1997, s.120).

İlgi diyagramları çapraz fonksiyonlu bir takım çalışmasına sebep olmasından dolayı mükemmel bir araçtır. İlgi diyagramı oluşturma sürecinde çeşitli fikirler ve ilgi alanları ortaya çıkar.

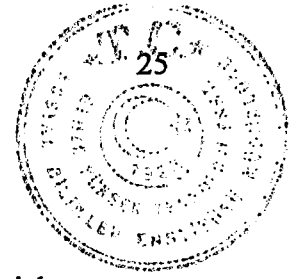
4.2.2.2. Matris Diyagramları

İki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılan bir planlama ve yönetim aracıdır. Bu ilişkilerin bir çoğu bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında olup matris diyagramı aracılığı ile sebep ve sonuç veya ne, nasıl ilişkisi şeklinde tanımlanır.

Matris diyagramları çok boyutlu düşünce yoluyla problemleri konuların açığa kavuşturulmasına katkı sağlar. Matris diyagramları, bir problem veya olay üzerinde etkisi olan faktörlerin, parametrelerin tanımlanmasını ve aralarındaki ilişkinin belirlenmesini sağlar (İmai, 1994, s.242).

Matris diyagramının temel avantajı; her çift değişken arasındaki ilişkinin derecesini grafiksel olarak göstermesidir. Matris diyagramında bu amaca yönelik olarak kolay tanımlanamayan ilişkilerin derecesini göstermek için görsel semboller kullanılır. Matris diyagramları özellikle neden-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılırlar. Matris diyagramının gerek duyduğu detaylı bilgiler daha önce hazırlanmış ilgi ve ağaç diyagramından elde edilebilir.

Matris diyagramlarının diğer önemli fonksiyonu Kalite fonksiyonlarını yerleştirme tekniğinin kalbi olmasıdır. Kalite fonksiyonlarını yerleştirme uygulaması müşteri isteklerinin analizi ile başlar ve ürün ve üretimle ilgili tüm gereksinimler tanımlanuncaya kadar matris diyagramının başarılı serileri ile devam eder (Sytsma, S., and Manley, K.).



4.2.2.3. Ağaç Diyagramları

Ağaç diyagramı, bir konuyu veya problemi çözmek için birbirini izleyen tüm aşamaları ve bu aşamalarda etkisi olduğu düşünülen tüm nedenleri dikkate alarak konunun veya problemin araştırılmasını sağlayan bir yönetim aracıdır. Bu diyagram konu ile ilgili tüm detayları içermek durumunda olduğundan bir takım çalışması gerektirir (Sytsma, S. and Manley, K.).

Ağaç diyagramı hazırlanırken, analiz edilecek konu veya problem seçilmeli ve amaç belirlenmelidir. İstenilen amaca ulaşmak için ön koşulların belirlenmesi hedefi ile hareket edilmelidir. Kağıdın veya panonun sol tarafına problem tanımlanarak başlanılmalı ve konu ile ilgili bütün ayrıntılar sağ tarafa doğru yazılmalıdır. Ağaç diyagramlarının oluşturulmasında varsa önceden oluşturulmuş olan ilgi diyagramı veya ilişkiler diyagramından da faydalanılmasında büyük yarar vardır (Özevren, 1997 s.126).

4.2.2.4. İlişkiler Diyagramı

İlişkiler diyagramı, karmaşık ilişkilerin söz konusu olduğu koşullarda birbiri içine girmiş etkileşimleri ve varsa göz ardı edilen tesadüfi ilişkileri ortaya çıkarmak ve sorunlara uygun bir çözüm bulabilmek amacıyla geliştirilmiştir.

İlişkiler diyagramı yardımı ile organizasyon genelinde meydana gelen yönetsel problemlere çözüm bulunabileceği gibi, diğer kalite tekniklerine ilave olarak uygulamaya özel aşamalarda da kullanılabilir. İlişkiler diyagramı fikirler arasındaki ilişkilerin içinden çıkılamayacak bir hal alması durumunda çok yararlıdır. Yönetsel kararlarda ve uygulamalarda doğru zamanda, doğru hareketi geliştirebilmek amacıyla da ilişkiler diyagramından yararlanılır. Problemleri belirti halindeyken yakalayarak çözümüne olanak verir (Özevren, 1997, s.123).



İlişkiler diyagramından en verimli şekilde faydalanabilmek için: doğru kalite araçlarıyla, doğru problemler üstünde çalışan ve, doğru insanlardan oluşmuş bir takımın varlığı önkoşuldur.

4.2.2.5. Matris Veri Analizi

Matris analizi, matris diyagram verilerini derecelendirerek ve düzenleyerek bilginin sadeleştirilmesini ve göze hitap eder şekle dönüşmesini sağlar. Matris diyagramında gösterilen elemanlar arasındaki ilişki kesişen hücreler arasındaki nümerik verilerin derecelendirilmesi ile oluşur (Ozeki, 1989, s.267).

Faktörler arası ilişkilerin sayısal ağırlıkları ile birlikte görüntülenmesine olanak sağlar. Bu görüntülemelerde matris diyagramı doğrudan kullanılabilceği gibi bazen değişik grafik gösterimleri de kullanılabilir.

4.2.2.6. Proses Karar Diyagramı

Proses karar diyagramları gerçekleşmesi arzu edilen veya arzu edilmeyen olayları ve olası problemleri kapsayan ayrıntılı yorumlama planının oluşturulmasında kullanılan bir yönetim ve planlama aracıdır.

Proses karar diyagramları olayların gelişimi ve akla yakın çıktı çeşitlerinin sonuçlarını tanımlayarak belirleyerek hangi aktiviteler yardımıyla istenilen sonuçlara ulaşılabilceğine yol gösterir. Bu kalite aracı ile çeşitli proses alternatifleri değerlendirilerek mükemmele yakın bir proses elde edilebilir. Proses karar diyagramları ile oluşması olasılığı tanımlanabilen, bir sebebe bağlı olan tüm problemleri oluşmadan önce belirlemenin yanı sıra, önlenmesine yönelik tedbirlerin alınmasını veya sorun yaratan olayların ortadan kaldırılmasını da sağlar (Özevren, 1997, s.145).

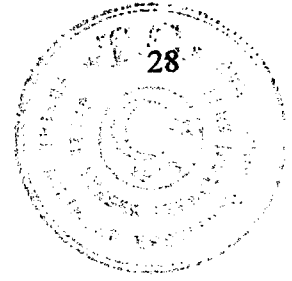
Proses karar diyagramları kapsam olarak değişik şekillerde hazırlanabilir. Karmaşık olmayan proses karar diyagramları bir dizi halinde seyreden grafik semboller içerir ve bu semboller içinde proses hakkında oldukça geniş açıklamalar bulunur. Bu tür proses karar diyagramları proses geliştirme ve prosesin ilk aşaması için oldukça yararlıdır. Bu basit diyagramlar daha sonra arzu edildiğinde akış diyagramları gibi kalite araçları ile bütünleştirilerek de kullanılır. Böylelikle proses açık olarak tanımlanır ve detaylandırılır (Dean).

4.2.2.7. Ok Diyagramları

Genel uygulama adı şebeke diyagramları olan bu araç önemli bir planlama ve yönetim aracıdır. Ok diyagramları şebeke diyagramı oluşturmakta kullanılan üç farklı uygulamadan biri ve en basitidir.

Ok diyagramları bir aktivitenin ve olayın gelişimini tanımlamakta rehber niteliği taşır. Ok diyagramları en uygun günlük planı oluşturur ve bu planın gelişimini verimli olarak göstermeye olanak sağlar. Projeleri başarı ile yürütebilmek ve geliştirebilmek için zaman sıralı planların oluşturulmasında kullanılır. Bu diyagramlar yardımı ile uygulamalarla görevler arasındaki ilişkiler detaylandırılarak ve ilerlemeleri ölçülerek karşılaştırılmalı bir referans halinde ortaya konulabilir.

Ok diyagramlarının en önemli işlevi; stratejik kalite planlamada sorumluluk ve zaman programlaması yapmaya katkı sağlamasıdır. Stratejik kalite planlama için vazgeçilmez olan “kim”, “nerede” ve “ne zaman” sorularını yanıtlamakta büyük fayda sağlar. Bu özelliğinden dolayı da geriye kalan diğer 6 yönetim aracı ile birlikte kullanıldığında “ne”, “nasıl” ve “neden” sorularının yanıtlarının da ortaya konulması ile eksiksiz bir yönetim planı oluşturulması gerçekleştirilebilir. Zaman ve bütçe gereklerine bağlı kalarak bir projeyi tamamlamak için gereksinim duyulan aktivitelerin sürelerini ve mantık sıralarını belirlemekte kullanılır. Programa uymak için gerek duyulan kaynak oranlarını belirlemekte katkı sağlar (Özevren, 1997, s. 139).



4.3. Kalite İyileştirme ve Verimlilik

Kalite, pek çok ürün ve hizmet için, müşterinin kararını etkileyen temel bir faktör haline gelmiştir. Bu olgu, müşterinin bireysel, endüstriyel bir kuruluş, ya da askeri bir kurum olmasına bağlı olmaksızın her tür müşteri için geçerli ve yaygındır. Bu yüzden, kalite, bir işletmenin başarılı olması, büyümesi ve rekabet gücünün artması için kilit faktördür.

Kaliteyi bir strateji olarak gören firmaların kalite iyileştirme programlarına yaptıkları yatırımlar, bu firmaların kârlılığını arttırarak anlamlı bir getiri sağlarlar. Etkili kalite iyileştirme programları, pazar payında artış, daha yüksek verimlilik, ve genel üretim ve servis maliyetlerinde azalma sağlarlar.

Modern ticaret ve üretim ortamlarında kaliteyi elde etmek sanıldığı kadar kolay değildir. Buradaki önemli problem teknolojinin hızlı gelişimidir. Son 20 yılda, elektronik, metalurji, seramik, alayım, kimyasal ve ilaç sektörlerinde teknolojik açıdan patlamalar yaşandı. Bunun sonucu olarak pek çok yeni ürün ve hizmet üretildi. Teknolojik ilerlemelerin hızla oluştuğu zamanlarda ve bu yeni teknolojiler rekabette avantaj elde etmek için kullanıldığında, ürünlerin yeterli tasarım ve uygunluk kalitesi ile üretilmesi zorlaşmaktadır (Montgomery, 1990, s.3).

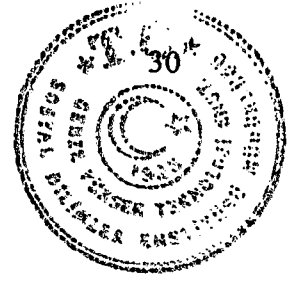
Kalite iyileştirme işletmeler için yeni bir strateji olarak ortaya çıkmıştır. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir (Montgomery, 1990, s.4):

1. Tüketicinin kalite bilincinin artması ve kalite ve performansa yönelmesi,
2. Ürün sorumluluğu,
3. Artan iş gücü, enerji ve hammadde maliyetlerinin baskısı,
4. Daha yoğun rekabet,
5. Etkili kalite geliştirme programları yolu ile verimlilikte elde edilen büyük gelişmeler.



Bu stratejide, kalite planlama, analiz, ve kalite stratejisinin işletme nakit akışına, yatırım getirisine, ve genel olarak işletmenin kârlılığına olumlu olarak katkıda bulunup bulunamayacağının kontrol edildiği aşamalar yer alır. Kalite iyileştirme, bir işletme için büyüme sağlayabileceği gibi pazardaki rekabet gücünü de artırır. Aynı zamanda, bu iyileşmeler ile maliyetlerde da azalma sağlanır. Şirketler ürün ve süreçlerinin kalitesini sürekli iyileştirerek, proseslerin etkinliğini ve verimliliğini artırıp, esnek ve değişik koşullara karşı dayanıklı hale getirilebilirler.





5. DENEY TASARIMI

5.1. DENEY TASARIMININ İŞLETMELER İÇİN ÖNEMİ

Tasarlanmış deneyler, bir prosesin kalite karakteristiklerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesinde çok yararlıdır. Bir proses ya da sisteme ait girdi değişkenlerinin bir amaç doğrultusunda sistemli bir şekilde değiştirilerek bir dizi deneyler yapılması ise tasarlanmış bir deneydir. Böylece araştırmacı, çıktı değişkenindeki değişimlerin bu değişikliklerden nasıl etkilendiğini gözler ve nedenlerini tanımlayabilir. Böylece, deneysel tasarım ile incelenen prosesin kalite karakteristiklerini etkileyen kilit değişkenler bulunur (Montgomery, 1990, s.11).

Tasarlanmış deneyler, önemli bir süreç dışı kalite kontrol aracıdır. Süreç dışı kalite kontrol, pazar araştırmasından ürün ve prosesin geliştirilmesine, tasarlanmasına kadar geçen sürede gerçekleştirilen kalite kontrol faaliyetlerin bir bütünüdür (Tong, et.al., 1997). Bu faaliyetler, üretim sırasında müdahale yerine, üretimin başlamasından önce gerçekleştirilen tasarım faaliyetleridir. Süreç dışı metotlar, ürün üretilebilirliğini iyileştirirler, ve ürün geliştirme ve ürün ömrü maliyetlerini düşürürler (Mitra, 1993, s.518).

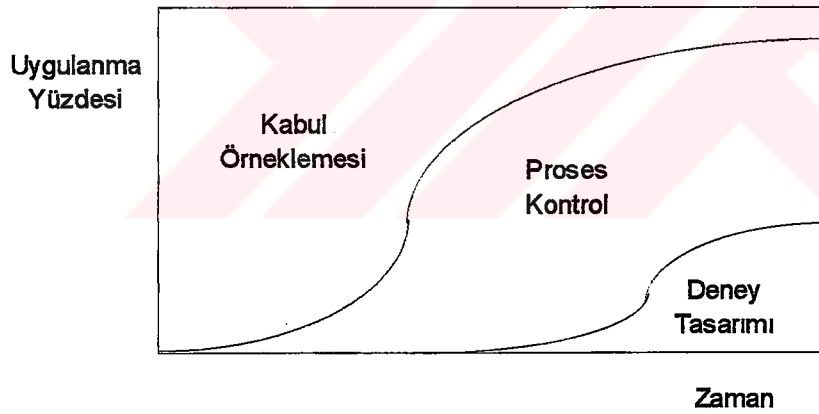
Öte yandan, süreç içi kalite kontrol bir ürünün üretimi sırası ve sonrasındaki, örneğin servis sırasındaki faaliyetleri kapsar. İstatistiksel proses kontrolü ve çeşitli muayeneler, süreç içi kalite kontrol faaliyetleridir (Şirvancı, 1997, s.14).

Bir proses çıktısını etkileyen önemli değişkenler belirlendikten sonra, etkili girdi değişkenleri ile çıktının kalite karakteristikleri arasındaki ilişki bir model haline getirilir. Bunun için regresyon analizi ya da zaman serileri analizi gibi istatistiksel teknikler kullanılabilir. Önemli değişkenler belirlendikten, ve söz konusu ilişkinin yapısı incelendikten sonra, bir süreç içi istatistiksel proses kontrol tekniği ile proses görüntülenir ve izlenir. Kontrol çizelgeleri, prosesi görüntülemek için, ve proseste

herhangi bir değişiklik olduğunda, tekrar kontrol altına almak için ne zaman girdi değişkeninde değişiklik yapmak gerektiğini belirlemek için kullanılabilir.

Etkili girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkiyi gösteren modellerle, gerek duyulan ayarlamaların yapısı ve büyüklüğü belirlenebilir. Kontrol çizelgeleri aynı zamanda operatör ve mühendisler için proses değişkenliğini azaltmak için yararlı olabilecek geri bildirimi sağlar.

Şekil-5.1’de bu tekniklerin üretim firmalarında kullanımının tipik bir gelişimi görülmektedir. Başlarda, yönetimin, kalite problemlerinin farkında olmadığı ve etkili ve organize bir kalite güvence çalışmasının olmadığı görülmektedir. Daha sonraları muayenenin yapıldığı dönemlerde az miktarda kabul örneklemesinin yapıldığı görülmektedir. Kalite muayenesinin yoğun olarak uygulanmasıyla örnekleme olgunluk dönemine ulaşır (Montgomery, 1990, s.12).



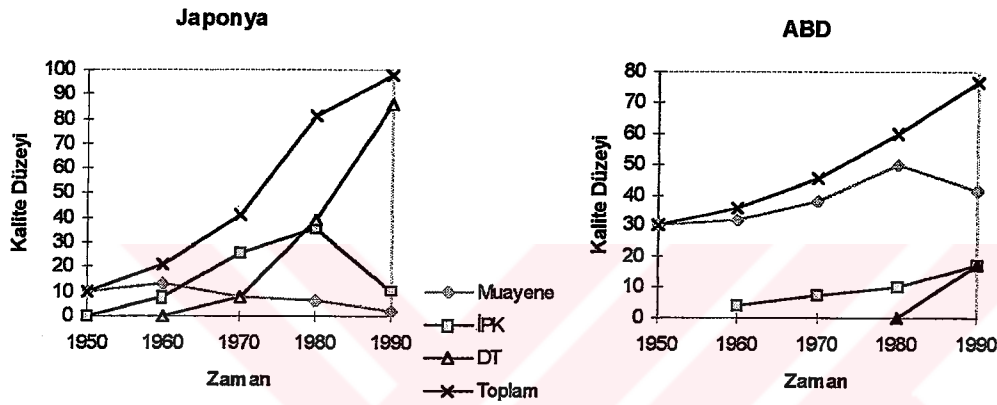
Şekil-5.1. Kalite Mühendisliği Metotlarının Kullanımının Aşamaları

(Kaynak: Montgomery, 1990, s.13)

O noktadan sonra, işletmeler proses iyileştirmeye odaklanmaya başlar. İstatistiksel proses kontrol ve deney tasarımının üretim, ürün tasarımı ve proses iyileştirmede potansiyel olarak büyük etkileri vardır. Bu metotların sistematik olarak kullanılmaya başlanması, işletmede önemli ölçüde kalite, maliyet ve verimlilik iyileştirme çalışmalarının başladığının işaretidir. En yüksek noktada tasarlanmış

deneyler ve istatistiksel proses kontrol yoğun olarak, örnekleme ya da muayene ise bunlara oranla daha az kullanılmaktadır.

Kalite kavramının zamanla gelişmesiyle gelişen kalite çalışmalarının yıllar içinde kullanımın düzeyinin farklılaştığı yukarıdaki şekilden görülmektedir. Şekil-5.2’de ise muayene, istatistiksel proses kontrolü ve deney tasarımı yöntemlerinin Japonya ve A.B.D’ de 1950-1990 yılları arasında kalite düzeyine katkıları yer almaktadır.



Şekil- 5.2. Üç Temel Yöntemin Kalite Düzeyine Katkısı (1950-1990)

(Kaynak: Şirvancı, 1997, s.13)

Şekil-5.2’den görüldüğü gibi, deney tasarımı Japonya’da 1960’lı yıllarda kullanılmaya başlamış, ve 1970’li yıllardan sonra kalite düzeyine katkısı, diğer yöntemlerden daha fazla olmuştur. Amerika’da ise 1980’li yıllarda kullanılmaya başlamış ve istatistiksel proses kontrolünden daha yüksek bir katkı sağlamıştır.

5.1.1. Deney Tasarımının Kullanım Alanları

Bir prosesin performansı üzerinde etkili olan parametreler birtakım deneysel çalışmalar yapılarak test edilirler. Deney tasarımı kullanılarak yapılan bu denemeler ile, en önemli parametreler üzerine yoğunlaşarak, önemli olmayan ve herhangi bir kritik kalite problemi yaratmayacak olan parametrelerin gereksiz yere incelenmeyeceği

optimum deney sistemi oluşturulabilir. Bunun anlamı, müşteri memnuniyetini en üst düzeyde karşılayacak, yüksek kalitede olan prosesi ya da ürünü daha az sayıda ama daha etkin bir deney sistemi ile oluşturmak ve aynı zamanda zaman ve maliyetten tasarruf etmektir.

Deney tasarımı mühendislik çalışmalarını sistematik olarak planlamanın bir yoludur. Ürün kalitesi ve süreç etkinliğini geliştirmek için sürecin davranışını anlamak gerekir. Bir deney tasarlanarak bu sağlanabilir. Tasarlanmış bir deney, bir prosesin girdileri (faktörler) üzerinde planlı değişiklikler yapılarak bu değişikliklerin çıktıları (tepkileri) ne kadar etkilediğini belirlemek için bir dizi denemeler yapılmasıdır.

Deneyisel tasarım uygulanarak şunlar sağlanır (Mitra, 1993, s.469):

1. Bir prosesi kontrol altında tutacak ya da geliştirecek kilit değişkenler belirlenir,
2. Geçmiş verilerin olmadığı yeni proses geliştirmelerinde, verimi maksimize edecek ve toplam maliyetleri en aza indirecek önemli faktörler ve düzeyleri belirlenir,
3. Bir ürünün tasarımından üretimine kadar geçen süre kısaltılır ve kontrol edilemeyen faktörlere daha duyarlı, diğer bir deyişle kuvvetli bir tasarım oluşturulur,
4. Deneyisel tasarım metodu ile tepkideki değişkenliğin ve kontrol edilemeyen değişken değerlerinin en aza indirilmesi için girdi değişkenlerinin değer aralıklarının belirlenmesi sağlanır.

Tasarlanmış deneyler, kaliteyi etkileyen proses faktörlerini gösterir ve performansı optimize etmek için bu faktörlerin nasıl değiştirileceğini açıklığa kavuşturur. Yapılan deneyler sonucu elde edilen verilerle, faktörlerle tepkiler arasındaki etkileşim matematik modeller haline getirilebilir. Bu sayede prosesi optimize edebilmek için hangi faktörlerin nasıl değiştirileceği öğrenilebilir.

Deneyisel tasarım proses geliştirme, ürün geliştirme, problem çözme ve performans iyileştirme alanlarında önemli rol oynar. Proses geliştirmede deney



tasarımı kullanılması ile; i. ürün miktarında artışın yanı sıra, ii. değişkenlikte azalma ve hedef değerlere yaklaşma, iii. geliştirme zamanında ve iv. toplam maliyette azalma sağlanır (Konda, R., et.al., 1999, s.56).

Deneysel tasarımın, yeni ürünlerin geliştirildiği ya da mevcut ürünlerin iyileştirildiği mühendislik tasarımı aktivitelerinde de önemli bir yeri vardır. Bu faaliyetler çerçevesinde;

1. Temel tasarım konfigürasyonları değerlendirilir ve karşılaştırılır,
2. Alternatif malzemeler değerlendirilir,
3. Ürünün çeşitli koşullardan etkilenmeyecek yani kuvvetli bir şekilde olmasını sağlayacak tasarım parametreleri seçilir,
4. Ürün performansını etkileyen ürün tasarım parametreleri belirlenir

(Montgomery, 1990, s. 455).

Deney tasarımının ürün geliştirmede kullanılmasının pek çok yararı vardır. Örneğin, aynı anda birçok faktörün optimizasyonu sağlanır. Kalitede iyileşme sağlanırken aynı zamanda maliyetler azaltılır. Gelişme süreci boyunca problem çözümü için sistematik bir yaklaşım sağlanır. Değişik yazılımlarla deneysel tasarım tekniklerini kullanan deneyleri planlamak ve analiz etmek kolay hale gelmiştir (Ellekjær, M.R, 1998, s.260).

Kaynakların minimum düzeyde kullanılması ile istenen bilginin en iyi şekilde elde edilmesi ise yapılan deneylerin verimli bir şekilde uygulanması sonucudur. İşte deney tasarımı tekniği kullanılarak, en etkin deney sisteminin kurulması, yapılan deneylerin veriminin maksimum düzeyde olması sağlanır .

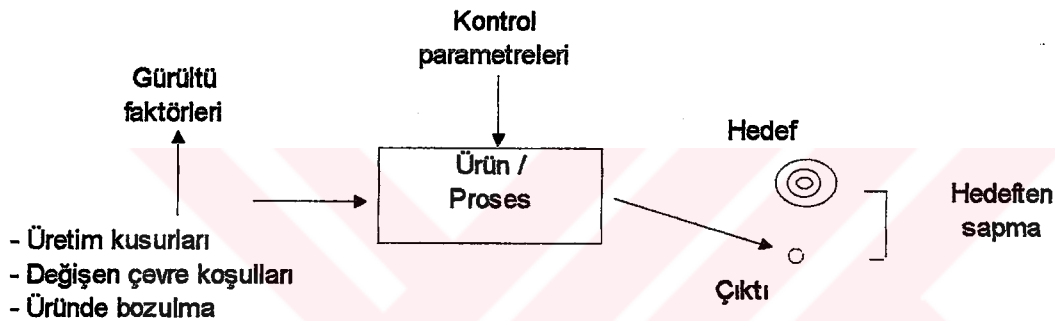
5.1.2. Deney Tasarımı ve Kuvvetli Ürün/Proses Tasarımı

Kalite devrimine öncülük yapan şirketler, ürün ve hizmetlerinin kalitesini iyileştirmenin en hızlı yolunun bunların üretildiği prosesleri iyileştirmek olduğunu öğrenmişlerdir. Ayrıca, proseslerin etkin ve verimli olmasının yeterli olmadığını fark etmeye başlamışlardır. Prosesler artık esnek, kolay yürütülebilir, ve aynı zamanda bir prosesin ya da ürünün performansı, prosesin içinde ya da dışında yer alan faktörlerdeki



kontrol edilemeyen değişkenliklere karşı duyarsız olmalıydı. İşte bu yüzden şirketler kullandıkları prosesleri, kuvvetli tasarımlarla bu özellikleri taşıyan kuvvetli prosesler ve ürünlerini kuvvetli ürünler haline getirmeye başladılar (Snee, 1993, s.37).

Kuvvetli tasarım, ürün ve proses iyileştirmek için istatistiksel deney tasarımı kullanılan etkili ve sistematik bir metottur. Ürün ve prosesi kontrol edilemeyen faktörlerdeki değişimlere karşı duyarsız hale getirerek ürün ya da üretim kalitesi, üretilebilirlik ve güvenilirlik düşük maliyetle iyileştirilmesini sağlar (Tsui, 1992, s.44). Şekil-5.3'de kuvvetli tasarım modeli yer almaktadır.



Şekil- 5.3. Kuvvetli Tasarım Modeli
(Kaynak: Tsui, 1992, p.44)

Kuvvetli bir proses elde etmek için yapılan bir deneyin başarılı olması için, buradan elde edilecek bilgi yoluyla, bu faktörlerin düzeylerinde yapılabilecek değişikliklerin değişkenliği azaltması gerekir. Bu bilgi, deney yapan araştırmacıya, müşteri tarafından kalitesi kabul edilebilir düzeyde olan ürünleri sağlayacak kontrol edilebilir proses faktör ayarları hakkında bilgi de sağlar (Borkowski, 1997, s.62-63).

Genichi Taguchi'nin, 1980'li yıllardan beri, deneysel tasarımın sanayide uygulanmasında büyük etkisi olmuştur. Taguchi'den öncesine kadar, deneysel tasarımın ürün geliştirmede yararlı bir teknik olduğu düşünölmüştür. Taguchi, deney tasarımını kuvvetli proses tasarımı ve geliştirilmesinde kullanmaya başlayarak, kullanım alanını genişletmiştir. Yeni alanlar şunlardır (Montgomery, 1992, s.12):

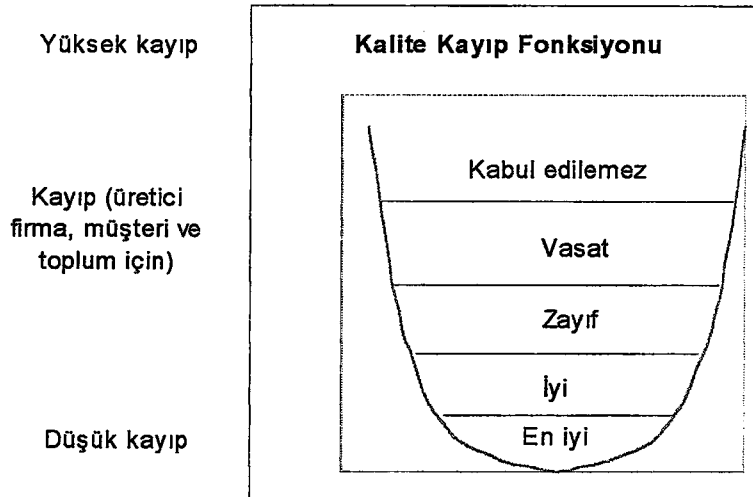
1. Prosesleri kontrol etmesi zor çevresel ya da diğer faktörlerden etkilenmeyecek hale getirmek,
2. Bileşenlerden kaynaklanan değişkenliklerden etkilenmeyecek hale getirmek,
3. Proses değişkenliğini bir hedef değere doğru azaltmak.

Kuvvetli ürünler, değişik çevresel ve üretim koşullarında aynı ve tutarlı şekilde üretilebilen ürünlerdir. Olması istenilen, bu farklılık yaratabilecek koşulların nedenleri yerine, bu koşullardan doğabilecek etkileri yok etmektir.

Taguchi'ye göre, etkileri yok etmek daha ucuz ve kuvvetli ürün üretmede daha etkilidir. Bu şekilde, malzeme ve prosesteki küçük değişkenlikler ürün kalitesini bozmaz. Taguchi, ayrıca bu şekilde değişen şartlar altında, ürünün aynı şekilde üretileceğini ve müşteri tarafından kullanımı sırasında da daha tutarlı bir performans göstereceğine inanmaktadır (Heiser, 1991, s.750).

5.1.2.1. Kalite Kayıp Fonksiyonu

Taguchi, kalite kayıp fonksiyonunu, kötü ürün kalitesinden dolayı katlanılan tüm maliyetler olarak tanımlar ve bu maliyetlerin müşteri isteklerinden uzaklaştıkça nasıl arttığını gösterir. Bu maliyet, müşteri memnuniyetsizliğinin yanı sıra, garanti ve servis maliyetleri, iç muayene, teminat, hurda maliyetleri ve kalitesizliğin topluma olan maliyetleri diye tanımlanan maliyetleri içerir (Daetz, 1987, s.65).



Şekil- 5.4. Kalite Kayıp Fonksiyonu (Kaynak: Heiser, 1991, s.751)

Şekil-5.4'den görüldüğü gibi kalite kayıp fonksiyonu basit bir ikinci dereceden formüle bağlı, bir artış hızı ile artan bir eğridir (Heiser, 1991, s.751).

$$L = D^2.C$$

burada, L: kayıp

D^2 : hedef değerden sapma miktarının karesi

C: sapmadan kaçınma maliyeti

Söz konusu kayıplar ürünün zayıf performansının toplum için yarattığı kayıplardır. Kayıp küçüldükçe, ürünün istenilirliği artar. Ürün hedef değerden uzaklaştıkça kayıp daha büyük olacaktır.

5.1.2.2. Taguchi Metodunun Yürütülmesi

Taguchi metodu üç aşamada uygulanır. Bu proses bir ürünün hayat eğrisinin geliştirilmesi ve tasarlanması aşamasında uygulanır. Bu üç aşama şöyle sıralanır: sistem tasarımı, parametre tasarımı, ve tolerans tasarımı (Benton, 1991, s.1767-1768).

1. Sistem Tasarımı: Bu aşama araştırma aşamasıdır. İlk tasarım spesifikasyonları tasarımdaki, malzemeler, güç, ısı transferi vb. değişkenleri tanımlamak için kullanılır.

2. Parametre Tasarımı: Bu aşama deneysel aşamadır. Bu noktada, parametrelerin önemini belirlemek için deneyler yapılır. Bu bilgi, parametrelerin beklenen kaybı nasıl etkilediğini göstermek için tasarlanmıştır. Hangi parametrelerin anlamlı, hangilerinin anlamsız olduğu bulunmaya çalışılır. Taguchi metodunun hedeflerinden biri de maliyeti azaltmaktır. Bu yüzden, bu aşamada hedef sadece kalite değil, aynı zamanda maliyet azaltmaktır. Maliyetler, ürünün ya da prosesin kalitesini değiştirmeden, değişikliğin yapılabildiği noktalarda azaltılmalıdır. Bir parametrenin neden olabileceği potansiyel kayıp ne kadar erken belirlenirse, tasarım ve proseste yapılabilecek değişikliklerle muhtemel problem o kadar iyi önlenir.

3. Tolerans Tasarımı: Bu aşamada her bir parametre için toleranslar belirlenir. Geleneksel Amerikan yaklaşımında tolerans aralığı mümkün olduğunca dardır. Ancak Taguchi metodunda, kuvvetli ürün üretilirken önemli olan toleranslar daraltılır ve önemsiz bulunanların tolerans aralığı genişletilebilir.

5.1.3. Deney Tasarımının Kullanım Geçmişi

Deney tasarımının sanayide giderek daha fazla kullanılmaya başlandığı yıllar, özellikle Amerikan firmalarının, Japon firmalarına kaptırdıkları pazar paylarını yeniden elde etmenin, anahtar yolunun kalitede iyileştirme sağlamak olduğunu anladıkları yıllardır.

1930'lardan başlayarak, deneysel tasarım metotları pek çok endüstriyel ortamda kullanılmaya başlanmıştır. Kimyasal ve proses endüstrilerinde, yarı-iletken üretimi ve ilaç-biyoteknoloji sektörlerinde dikkat çekici başarılar elde edilmiştir. Aslında, deneysel tasarımının Amerikan kimya sanayisinde kullanılmaya başlanması ile bu sektör Amerika'daki diğer sektörlerin önüne geçip, dünya çapında rekabetçiliğini sürdürmüştür (Montgomery, 1992, s.11).

1980'li yıllarda AT&T, Ford Motor ve Xerox gibi firmaların deney tasarımı tekniğini kullanmaları sonucu ürün ve süreç tasarımında gözle görülür iyileşmeler sağlanmıştır (Tsui, 1992, s.49). Deney tasarımı tekniğini kullanan diğer bir firma olan Dow Chemical Company, başlarda sadece zirai kimyasallar bölümünde kullandığı tekniği sonraları firma genelinde kullanmaya başlamıştır. Başlarda daha dar kapsamlı olan kullanım alanlarını –ürün kalitesini güvence altına alma- genişleterek, deney tasarımını yüksek kaliteli ürünler üretmek için bilgi toplamak, yeni ürün geliştirmek ve tüm kaynakları daha etkin kullanmak için kullanmışlardır (Jones, 1987, s.23). Ancak, Montgomery'e göre deney tasarımının son yıllardaki etkin kullanımı potansiyelinin çok altındadır. Bunun ona göre pek çok nedeni vardır (Montgomery, 1992, s.14-15).



İlk olarak, mühendis ve yöneticiler üniversitede, istatistiksel konular üzerine yeterince eğitim almamaktadırlar. Mühendislik istatistiği için gerekli dersler alınsa da, bu derslerde yararlı olan pratik teknikler değil de, oldukça özet olasılık problemleri ve konunun matematiksel anlamda ilginç tarafları işlenmektedir. Endüstri mühendislerinin, istatistiksel eğitime, diğer mühendislerden daha çok ihtiyacı vardır, ve bu metodolojiyi diğer disiplinlerden olan iş arkadaşlarına anlatmaları beklenir. Bunun gerçekte böyle olmaması endişe vericidir.

İkinci neden, akademik istatistikçilerle mühendisler arasındaki ciddi iletişim problemlerinin olmasıdır. Genellikle istatistik alanında çalışan akademisyenlerin altyapısında mühendislik, fizik ya da kimya bilimleri yerine matematik vardır. Her iki grup da birbirlerine bir şeyler öğretip yararlı olabilirler. Ve akademik dünya ve sanayi dünyası arasında; istatistikçiler, mühendisler ve yöneticiler arasında daha iyi işbirliği kurulabilir. Üçüncü neden, daha iyi yazılım programları ile istatistiksel metotların uygulanması daha kolaylaştırılabilirken, bu alanda gelişmeler olmasına rağmen giderilmemiş bazı problemlerin olmasıdır.

Türk sanayisine bakıldığında da firmaların giderek ağırlaşan rekabet şartlarında başarılı olarak pazar paylarını korumak ve arttırmak için kalitelerini iyileştirmenin ne kadar önemli olduğunu anladıkları görülmektedir. Bunun için pek çok firma, çeşitli sertifikasyon çalışmaları ile ürün ve süreçlerinin kalitesini belgelendirmeye başlamıştır.

5.2. Deney Tasarımının Tarihçesi

İstatistiksel deney tasarımı, ürün ve proses geliştirme konusunda ve süre giden bir üretim prosesinde verimi ve dengeliliği iyileştirmek için kullanılabilen güçlü bir araçtır. Bu alanda yapılan ilk çalışmalar, R.A. Fisher tarafından Rothamsted Deney İstasyonu'nda 1920-1930'lu yıllarda yapılmıştır. Fisher, o yıllarda İngiltere'de Rothamsted Deney İstasyonu'nda tarımsal bir deneyde bulunmaktaydı. Onun bu deneyimi, bilimsel deney konusundaki yenilikçi fikirlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Montgomery, 1992, s.10).



Fisher, sistemden gelen verilerin analizinin, verileri sağlayan deneyin yapılış şeklindeki hatalar ya da eksikliklerden dolayı engellendiğini fark etmiştir. En önemlisi Fisher, her seferinde sadece bir faktörün değiştirilerek deney yapılması gerektiği dogmasını reddetmiştir. Onun yerine, tüm olası faktör kombinasyonlarının test edildiği faktöriyel deneyler fikrini ortaya atmıştır. Bununla, deney yapan bir kişi sadece birkaç ayrı deneme ile pek çok faktörün etkisini aynı anda belirleyebilir. Böylece, önemli bir avantaj olan tasarruf sağlanır (Soren, 1994, s.21).

Bunun yanı sıra, bir kerede bir faktörün test edildiği faktöriyel deneyler ile belirlenmesi mümkün olmayan faktörler arası etkileşimin bulunmasını sağlamıştır. Pek çok alandan gelen araştırmacıdan etkilenecek deneysel tasarımın üç prensibi olan rassallaştırma, yinleme ve bloklama kavramlarını geliştirmiştir.

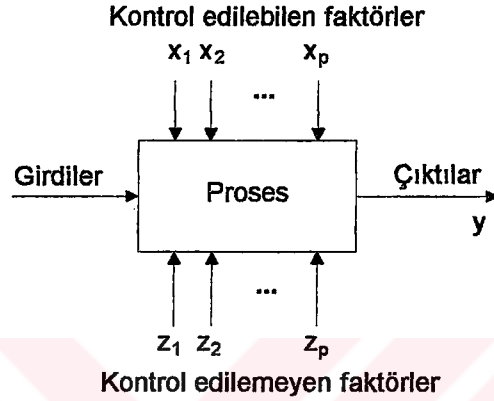
5.3. Deney Kavramı ve Deney Tasarımı

Deney, ürün, proses veya servis hakkındaki yeni bilgiler elde etmek veya hipotezleri desteklemek veya çürütmek için yapılan planlanmış yöntemlerdir. Deney, bir araştırmacı tarafından bir prosese ya da bir sisteme özgü bir durumun nedenini incelemek, anlamak için yapılan bir dizi denemedir. Endüstriyel bir proseste, prosesi etkileyen pek çok değişken olabilir. Bir deneyde bazı değişkenlerin etkisi diğer değişkenler sabit tutulup araştırılabilir.

Bir proses ya da sisteme ait girdi değişkenlerinin bir amaç doğrultusunda sistemli bir şekilde değiştirilerek bir dizi deneyler yapılması ise tasarlanmış bir deneydir. Böylece araştırmacı, çıktı değişkenindeki değişimlerin bu değişikliklerden nasıl etkilendiğini gözler ve nedenlerini tanımlayabilir. Böylece, deneysel tasarım ile incelenen prosesin kalite karakteristiklerini etkileyen kilit değişkenler bulunur (Montgomery, 1990, s.11).

İstatistiksel olarak tasarlanan deneyler, kalite karakteristiklerindeki değişkenliği azaltma ve kontrol edilebilir değişkenlerin proses performansını optimize edecek düzeyini belirleme açısından çok önemlidir.

Üzerinde araştırma yapılan proses ya da sistemin bir modeli Şekil-5.5'deki gibi gösterilebilir. Bir proses, makine, metot, insan ve diğer kaynakların bir birleşimidir. Bu sistemde girdiler bir ya da daha fazla gözlemlenebilir tepki değeri olan çıktıya ya da ürüne dönüştürülür. Proseste yer alan değişkenlerden bazıları, kontrol edilebilirken bazıları kontrol edilemezler. Aşağıdaki modelde sırasıyla $x_1, x_2, \dots, x_p$ ve $z_1, z_2, \dots, z_p$ şeklinde sembolize edilmiştir.



Şekil- 5.5. Bir Proses ya da Sistemin Genel Modeli

5.4. Terimler

Faktör	: Çıktıyı etkileyen kontrol edilebilir deneysel değişkendir.
Tepki/Sonuç	: Bir deneyin ölçülmüş sonucudur.
Düzey	: Faktörün aldığı belirli değerlerdir, diğer bir ifade ile deney koşullarıdır.
Faktör kombinasyonu	: Sonuç değişken üzerindeki etkisi hakkında araştırma yapılan faktör seviyelerinin belirli bir kombinasyonudur.
Deneme	: Bir faktör kombinasyonunun test edildiği tek bir denemedir.
Etkileşim	: Faktörlerin deney sonucu üzerindeki ortak etkisidir.
Yineleme	: Deneyin bir kereden fazla yapılarak istatistiksel doğruluğun artırılmasıdır.



Rassallaştırma : Deneylerin yapılış sırasının ve malzeme vb. girdilerin deneylere atanmasının rast gele yapılmasıdır.

Bloklama : Kendi içerisinde homojen olan birimlerin parçalara ayrılarak deneylere atanması ve böylece bir düzey yararına yanlış davranmanın önlenmesidir.

Blok : Homojen deney birimi grubudur.

Deneyssel birim; üretim söz konusu olduğunda, bir faktör kombinasyonunun, bir denemenin uygulandığı malzeme miktarı; hizmet söz konusu olduğunda ise kişi sayısıdır. Örnekleme birimi ise, faktör kombinasyonunun etkisinin ölçüldüğü deneyssel birimin bir kısmıdır.

Aynı faktör kombinasyonu uygulandığında karşılaşılan deneyssel birimlerdeki değişimler deneyssel hata olarak adlandırılır. Bu değişkenliğin nedeni ise gürültü faktörleri olarak adlandırılan ve proses dışında, ve üretim prosesi boyunca kontrol edilmesi zor ya da imkansız olan değişkenlerdir.

5.5. Deney Tasarımının Amaçları

Deneyssel tasarımın amacı belirli bir durumla ilgili geçerli ve güvenilir bilgi sağlayacak bir deney sistemi oluşturmaktır (Clements, 1991, s.17). Oluşturulan bu deney ile aşağıda yer alan bilgileri sağlamak amaçlanır (Montgomery, 1991, s.1):

1. Hangi değişken ya da değişkenlerin yanıt/tepki (y) üzerinde etkisi olduğunu belirlemek,
2. İstenilen tepki (y) değerine ulaşmak için, girdilerin, (x) hangi düzeyde olmaları gerektiğini belirlemek,
3. Tepki (y) değerindeki değişkenliğin azalmasını sağlayacak girdi (x) değerlerini belirlemek,
4. Kontrol edilemeyen değişkenlerin (z) etkisini en aza indirecek x değerlerini belirlemek.



Elde edilen bu bilgiler, ürün ya da proses iyileştirmede, ya da proses performansını iyileştirmek için prosesle ilgili sorunları gidermede ya da kontrol edilemeyen faktörlere karşı ürünü ya da prosesi duyarsız hale getirmek için kullanılabilir.

İstatistiksel proses kontrol ve deneysel tasarım metotları proses iyileştirme ve optimizasyonu için çok güçlü ve birbirleri ile yakından ilişkili araçlardır. Bir proses, istatistiksel olarak kontrol altında ama yeterliliği düşükse, değişkenliğini azaltmak gerekir. Deney tasarımı ile bu istatistiksel proses kontrolünden daha etkili bir şekilde yapılır (Montgomery, 1990, s.454).

İstatistiksel proses kontrol aslında pasif bir istatistiksel metottur. Bu metotta bir proses izlenir ve yararlı olabilecek bilgi elde etmek için beklenilir. Ancak, proses kontrol altında ise, pasif gözlem ile fazla yararlı bilgi sağlanamayacaktır (Montgomery, 1992, s.4). Diğer taraftan aktif bir istatistiksel metot olan deney tasarımı ile, bir araştırmacı girdi değişkenlerinde kendisi birtakım değişiklikler yaparak çıktı üzerindeki değişiklikleri gözlemleyebilir ve prosesi iyileştirmek için gerekli ve yararlı bilgiyi elde etmiş olur.

Deneysel tasarım, bir prosesin istatistiksel kontrolünün sağlanmasında da yararlı olabilir. Bir çok girdi değişkeni olan bir proses, kontrol tablosuna göre kontrol dışında ise, ve hangi girdi değişkenlerinin etkili olduğu bilinmiyorsa, prosesi kontrol altına almak güç olacaktır. Deney tasarımı ile bu değişkenler belirlenir ve proses kontrol altına alınabilir.

5.6. Temel Prensipler

İstatistiksel deney tasarımı deneyin planlanması, ve toplanan verilerin istatistiksel metotlarla analiz edilmesi ve geçerli ve objektif sonuçların çıkarılmasından oluşur. Elde edilen verilerden anlamlı sonuçlar çıkarabilmek için istatistiksel yaklaşım gereklidir. Üzerinde çalışılan problem deneysel hataların etkisi altında ise, analiz ancak istatistiksel yaklaşım ile objektif olarak yapılabilir. Bir diğer deyişle, tasarlanan deneyler ile elde edilen veriler istatistiksel yaklaşımla değerlendirilir.

Deneysel tasarımın üç temel prensibi, *yineleme*, *rassallaştırma* ve *bloklamadır*.

Yineleme, deneyin aynı şartlar altında tekrarlanmasıdır. Aynı şartlar altında bir değişkenlik olması, araştırmacının deneysel hatayı bulmasını sağlar. Deneysel hata, bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için temeldir. Ayrıca, hangi faktörlerin ya da etkileşimlerin sonuç değişkeni üzerinde etkili olduğunu belirlemek için bir ölçü olarak kullanılabilir. Yinelemenin bir diğer özelliği de, incelenen örnek kümenin ortalama değeri, bir faktörün etkisini tahmin etmek için kullanılıyorsa, yineleme yolu ile ortalamanın standart sapması düşürülerek kesinliğin artmasının sağlamasıdır. Varyans formülünden görülebileceği gibi, yineleme sayısı arttıkça, ortalamadan sapma değeri, $\sigma_{\bar{y}}$, değeri düşmektedir.

$$\sigma_{\bar{y}}^2 = \frac{\sigma^2}{n} \quad (5-1)$$

burada; σ^2 : gözlem değerlerinin varyansını

n: ortalama değerini elde etmek için yapılan yineleme sayısını temsil etmektedir.

Yineleme sayısı arttıkça, incelenen problemle ilgili yorum yapılabilecek daha fazla veri sağlanmış olur (Mitra, 1993, s.473).

Rassallaştırma, deneysel tasarımda istatistiksel metotlarının kullanımının önemini vurgulayan ikinci prensiptir. Rassallaştırma, deneylerin yapılış sırasının ve malzeme vb. deneysel birimlerin deneylere atanmasının rast gele yapılmasıdır. Böylece her bir deneysel birimin deneylere ya da faktör kombinasyonlarına atanırken eşit şansı olur. Rassallaştırma ile tepkilerin herhangi bir faktör ya da faktör kombinasyonu lehine olmaması sağlanır. Bunun yanı sıra, gözlemlerin ve deneysel hataların birbirinden bağımsız olması sağlanır ve kontrol edilemeyen faktörlerin etkileri ortalanmış olur (Montgomery, 1991, s.9).

Üçüncü ve son prensip bloklama ya da bölgesel kontroldür. Bloklama, deneyin doğruluğunu arttırmak için kullanılır. Benzer deneysel birimler, daha homojen gruplar elde etmek için gruplara ya da bloklara bölünürler. Bir diğer deyişle blok,



homojen deney birimi grubudur. Bloklama ise, kendi içerisinde homojen olan birimlerin parçalara ayrılarak deneylere atanması ve böylece bir düzey yararına yanlış davranmanın önlenmesidir. Bloklar arasındaki değişkenlik kaldırılarak doğruluk artırılabilir. Her bir blok benzer birimlerden oluştuğu için, bloklama, neredeyse eşit şartlar altındaki faktörlerin, ya da faktör kombinasyonlarının karşılaştırılmasına olanak tanır (Montgomery, 1991, s.9).

5.7 Deney Tasarımının Yöntembilimi

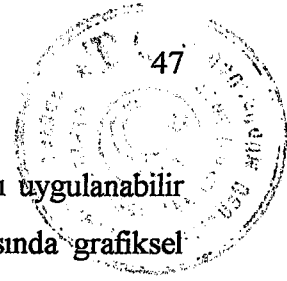
Deney tasarımı tekniği kullanılırken, deney dahilindeki herkesin, deneyin amacı, üzerinde çalışılacak faktörler, deneyin nasıl yürütüleceği ve verilerin nasıl analiz edileceği ile ilgili bilgisinin olması gerekir. Önerilen prosedür şöyledir (Montgomery, 1990, s.477):

1. Problemin belirlenmesi ve ifade edilmesi,
2. Faktör ve düzeylerinin seçimi,
3. Tepki değişkeninin seçilmesi,
4. Deneysel tasarımın belirlenmesi,
5. Deneyin yapılması,
6. Verilerin analizi,
7. Sonuçlar ve öneriler.

- 1. Problemin belirlenmesi ve ifade edilmesi:** Uygulamada, tasarlanmış bir deney ihtiyacı duyulan bir problemi anlamak güç olduğu için, problemi açıkça ve kabul edilir bir şekilde ifade etmek kolay olmayabilir. Ancak, söz konusu deneyin amacıyla ilgili tüm fikirlerin ortaya konması gereklidir. Tüm ilgili birimlerden -örneğin; mühendislik, kalite, pazarlama, yönetim, müşteri, operatörler- bilgi istenmesi çok önemlidir. Problem ne kadar açık ifade edilebilirse, proses ve problemin son çözümü daha iyi anlaşılır.



- 2. Faktör ve düzeylerinin seçimi:** Araştırmacı, deneyde etkisini araştıracağı değiştireceği değişkenleri yani faktörleri ve bu faktörleri inceleyeceği aralığı, yani düzeyleri seçmelidir. Bunları belirleyebilmek için proses bilgisi gerekmektedir. Bu bilgi, genellikle uygulamadan kazanılabilecek deneyim ile teorik bilginin bir birleşimidir. Önemli olabilecek tüm faktörleri incelemek ve özellikle deneyin başlarında geçmiş deneyimlerin fazla etkisi altında kalmamak önemlidir.
- 3. Tepki değişkeninin seçimi:** Tepki değişkeni seçilirken, seçilen değişkenin incelenen prosesle ilgili yararlı bilgiler sağlayacağından emin olunmalıdır. Ölçülen karakteristiğin ortalama ve/veya standart sapması çoğu kez tepki değişkeni olacaktır. Çoklu tepkilerin olması seyrek değildir. Ölçüm aracının yeterliliği de önemli bir faktördür. Eğer yeterliliği zayıf ise, ancak büyük faktör etkileri bulunacaktır, ya da ekonomik olarak yinelemeye gerek duyulacaktır.
- 4. Deneysel tasarımın belirlenmesi:** Bu aşamada örnek büyüklüğüne (tekrar sayısı) karar verilir, deneysel denemeler için deneme sıraları seçilir, ve bloklama ya da rassallaştırma yapılıp yapılmayacağına karar verilir. Tasarım belirlenirken deneyin amaçları unutulmamalıdır. Faktör düzeylerinin farklı tepki değerleri oluşturacağı bilinmektedir. Hangi faktörlerin bu farka neden olduğu ve tepkide oluşan farklılığın büyüklüğü tahmin edilmeye çalışılır.
- 5. Deneyin yapılması:** Deney yapılırken, her şeyin plana göre yapıldığından emin olmak için prosesi dikkatlice izlemek gerekmektedir. Deneyin prosedüründe yapılabilecek hatalar deneyi geçersiz kılabilir. Deneyin başarılı olması için ileriye dönük planlama çok önemlidir. Karmaşık üretim ortamlarında tasarlanmış deneyin yapılması planı ile ilgili yanlış ya da eksik tahminler yapılması mümkündür.
- 6. Verilerin analizi:** Verilerin analizi için istatistiksel metotlar kullanılır, böylece sonuçlar objektif olur. Eğer deney doğru tasarlanır, ve planlandığı gibi yürütülürse, analiz için çok ayrıntılı istatistiksel metotlara gerek olmayacaktır. Analiz için kullanılabilecek pek çok yazılım vardır. Bu aşamada farklar analizinin yapılması, model geçerliliğinin kontrolünü de sağladığı için önemlidir.



- 7. Sonuçlar ve öneriler:** Veriler analiz edildikten sonra, araştırmacı uygulanabilir sonuçlar çıkarmalı ve öneride bulunmalıdır. Sonuçların sunulmasında grafiksel metotlar kullanılabilir. Deneyden çıkarılan sonuçları geçerli kılmak için deneyi izleyen denemeler ve doğrulatma testleri yapılmalıdır.

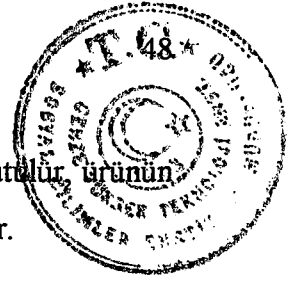
Bir sistemle ilgili hipotezin oluşturulduğu, bu hipotezi araştırmak için deneylerin yapıldığı ve alınan sonuçlar temel alınarak yeni hipotezlerin oluşturulduğu tüm proses boyunca, deneyin öğrenmenin önemli bir parçası olduğu unutulmamalıdır. Deney, iteratiftir, yani tekrarlamalıdır. Çalışmanın başında tek, büyük, ve kapsamlı bir deney oluşturmak büyük bir yanıltır. Başarılı bir deney için, faktörlerin değiştirileceği aralıklar, kullanılacak uygun düzey sayısı, değişkenler için uygun ölçüm birimleri gibi önemli faktörlerle ilgili bilgiye gerek vardır.

Genelde bu soruların yanıtları çalışmaya devam ettikçe bulunur. Deney programı ilerlerken bazı değişkenler çıkarılabilir, başkaları eklenebilir; bazı faktörlerin incelenme alanı değiştirilebilir, ya da yeni tepki değişkenleri eklenebilir. Genel bir kural olarak, ilk deneyde kaynakların %25'inden fazlası kullanılmaz. Bu, doğrulatma denemeleri yapmak ve deneyin amacına ulaşmayı sağlayacak yeterli kaynağın kalmasını sağlar (Clements, 1991, s. 17).

5.8 Deney Tasarım Modelleri

Araştırmacılar ve mühendisler, genellikle iki ürün ya da proses geliştirme durumu ile karşı karşıya gelirler (Ross, 1996, s.43). İlk durum, bazı performans karakteristiklerini kabul edilebilir ya da optimum değere yaklaştıracak parametrenin belirlenmeye çalışılmasıdır. Diğer durumda ise mevcut performansla eşdeğer performans sağlayacak daha az pahalı, alternatif tasarım, malzeme ya da metot aranır. Karşı karşıya kalınan duruma göre farklı stratejiler kullanılabilir. Ürün ya da prosesin kalite karakteristiklerini iyileştirmeye çalışmak en sık rastlanan durumdur.

İyileştirilmiş ya da eşdeğer tasarımlar araştırılırken bazı testler yürütülür, ürünün performansı izlenir ve yeni tasarımı kullanma ya da reddetme kararı verilir.



Tepki değişken üzerindeki göreceli etki derecesine göre uygun sayıda faktör kombinasyonu seçilir. Faktör kombinasyonlarının seçiminde deneyin maliyeti göz önüne alınmalıdır. Amaç, tepki değişkenini en az maliyetli şekilde optimize etmektir (Box, and Draper, 1959, s.633). Farklı tasarımlar, faktör kombinasyonlarının deneysel birimlere uygulanma şekli ile birbirinden ayırt edilir. Bütün diğer özellikler, farklı tasarımlar için aynıdır.

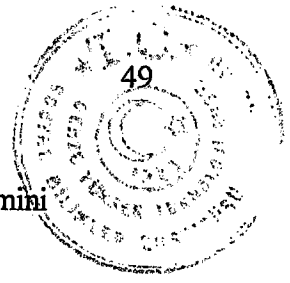
5.8.1. Klasik Tasarım

5.8.1.1. Bir Faktörün İncelendiği Deneyler

En temel deneysel tasarım modeli klasik tasarım olarak adlandırılır. Bu modelde bir deneyde bir faktörün etkileri incelendiği için bir-kerede-bir-faktör tasarımı da denilmektedir. Söz konusu faktörün tepki üzerindeki etkileri diğer tüm faktörler sabit tutularak incelenir.

ÖRNEK 1 (Caulcutt, 1991, s. 219-221): Kimyasal bir proseste, elde edilen ürün miktarının, reaksiyon başındaki ana girdinin sıcaklığı ve ikinci hammaddenin besleme hızına bağlı olduğu düşünülmektedir. Önceki deneyimlere göre sıcaklıkta 55-70°C ve besleme hızında 35-55 aralığı uygun olduğu düşünülmektedir. En çok miktarı sağlayacak sıcaklık ya da besleme hızını bulmak için her seferinde bir değişkenin etkisinin incelendiği klasik deney şöyle yürütülmektedir.

Sıcaklığın etkisini ölçmek için besleme hızı 40 birimde sabit tutularak iki farklı sıcaklıkta deneme yapılır ve Tablo-5.1'deki sonuçlar elde edilir.



Tablo- 5.1. Klasik Deney ile Sıcaklık Değişikliğinin Etkisinin Tahmini

Sıcaklık (°C)	Besleme Hızı	Ürün Miktarı
60	40	76
70	40	72

$$\begin{aligned}\text{Sıcaklığın etkisi} &= \text{Ürün miktarı}_{T=70^{\circ}\text{C}} - \text{Ürün miktarı}_{T=60^{\circ}\text{C}} \\ &= 76 - 72 = 4\end{aligned}$$

Buna göre sıcaklığın 10 birim arttırılması ürün miktarını 4 birim azaltmıştır.

Deneyin ikinci bölümünde besleme hızının etkisinin ölçülmesi için sıcaklık sabit tutulup iki farklı besleme hızında deneme yapılır ve Tablo-5.2'deki sonuçlar elde edilir.

$$\begin{aligned}\text{Besleme hızının etkisi} &= \text{Ürün miktarı}_{BH=40 \text{ birim}} - \text{Ürün miktarı}_{BH=50 \text{ birim}} \\ &= 76 - 70 = 6\end{aligned}$$

Buna göre besleme hızının 10 birim arttırılması ürün miktarını 6 birim azaltmıştır.

Tablo- 5.2. Klasik Deney ile Besleme Hızı Değişikliğinin Etkisinin Tahmini

Sıcaklık (°C)	Besleme Hızı	Ürün Miktarı
60	40	76
60	50	70

Klasik deney ile elde edilen sonuçlara göre başlama sıcaklığı 60°C ve besleme hızı da 40 olmalıdır.

Bir kerede bir faktörün incelendiği deneyler, basit karşılaştırmalar yapılacaksa tercih edilebilir. Ancak, faktörler arasında etkileşim varsa, bu etkileşim fark edilmeyecektir.

5.8.1.2. Birden Çok Faktörün İncelendiği Deneyler

Bir ürünün ya da prosesin kalite karakteristiklerini etkileyen birden fazla faktör olabilir. Araştırmacı bir faktörü incelemiş ancak istediği sonuçlara ulaşamadıysa diğer faktörleri incelemeye başlayacaktır. İki düzeyi olan dört faktörlü bir deneyde, her bir

faktörün etkisi diğerleri sabit tutularak ölçülmeye çalışılırsa aşağıdaki gibi bir tablo elde edilecektir:

Tablo- 5.3. Bir Kerede Birçok Faktörün İncelendiği Deney Verileri

Deney no.	Faktörler ve düzeyleri				Tepki
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	x x
2	2	1	1	1	x x
3	1	2	1	1	x x
4	1	1	2	1	x x
5	1	1	1	2	x x

İlk deneme karşılaştırma yapmak için baz alınacak değerleri vermiştir. Bu sonuçlar ikinci denemenin sonuçları ile karşılaştırılarak A faktörünün, üçüncü denemenin sonuçları ile karşılaştırılarak B faktörünün ve benzer şekilde diğer faktörlerin tepki üzerindeki etkileri incelenebilir.

Ross'a göre, bu tip deneylerde faktörlerin etkileri incelenirken deney verileri etkin olarak kullanılmazlar. Tablo-5.3'den de görülebileceği gibi eldeki 10 veriden ikisi diğer iki etki ile karşılaştırılırken geriye kalan altı veri geçici olarak göz ardı edilecektir ve böylece deney ortogonal¹ olmayacaktır. Bu deneyin dengeli² olmamasından kaynaklanır (Ross, 1996, s.46).

Tablo-5.3'de yer alan veri setinin ortogonal olmadığı görülmektedir. A faktörünün düşük düzeyindeki, A₁, verilerin ortalaması ile yüksek düzeyindeki, A₂, verilerin ortalamasını karşılaştırarak A faktörünün etkilerini incelemek sağlıklı olmayacaktır. A₁ düzeyinde yapılan dört denemeye karşılık gelen üç B₁ ve bir B₂ denemesi vardır. A₂ düzeyindeki bir deneme B₁ düzeyindedir. Bu yüzden, B faktörünün performans üzerindeki etkisinde A faktörünün de etkisi olacaktır.

¹ Ortogonallik, faktörlerin birbirinden bağımsız olarak değerlendirilebilmesidir; bir faktörün etkisinin, bir diğer faktörün etkisi ile ilgili tahmini kötü yönde etkilememesidir (Ross, 1996, s.46).

² Dengeli bir deneyde, tüm faktör kombinasyonlarının yinleme sayısı eşittir. Aksi takdirde deney dengesizdir.(Mitra, 1993, s.475).



Bu deney modellerinin dışında aynı anda birçok faktörün incelendiği deneyler de vardır. Tüm faktörlerin düzeyleri aynı anda alternatif düzeylerinden üst düzeylerine çekilerek deney yürütülür. Bu verilerle sadece, sonuçların ortalamaları alınıp karşılaştırılır ve tüm faktörlerin birleşik etkisi belirlenir, etkisi olan faktör belirlenemez, faktörler arası etkileşimi gözlemek söz konusu değildir.

5.8.2. Tam Rassallaştırılmış Tasarım

Tam rassallaştırılmış bir tasarım en kolay ve en az sınırlayıcı tasarımlardan biridir. Faktör kombinasyonlarının deneysel birimlere atanması rassal olarak yapılır (Mitra, 1993, s.474). Bir başka deyişle, herhangi bir denemenin ilk deneme olarak seçilmesinde diğerleriyle eşit şansı vardır. Aynı şekilde diğer denemelerin de bir sonraki deneme olarak seçilme şansları eşittir. Tüm deneyin sırasını belirlemek için rassal sayı tabloları, bir rassal sayı oluşturucu kullanılır, ya da basitçe bir torbadan numara çekilir.

Örneğin, A, B, C, ve D gibi dört faktörün her biri üç faktör kombinasyonu atanacaktır, bir diğer anlamda her faktör kombinasyonu üç kez tekrar edilecektir. Rassal sayı tablosunun herhangi bir noktasından başlanıp, bir satır ya da sütun boyunca hareket edilip on iki sayı seçilir. A faktöründen başlamak üzere faktör kombinasyonları üçer üçer sıralara atanır, sonra rassal sayılar küçükten büyüğe sıralanır. Faktör kombinasyonlarının atanması Tablo-5.4'de gösterilmiştir.

Tablo- 5.4. Tam Rassallaştırılmış bir Tasarımda Faktör Kombinasyonlarının Deneysel Birimlere Atanması (Kaynak: Mitra, 1993, s.474)

Rassal Sayı	Rassal sayı sırası (deneysel birim numarası)	Atanacak faktör kombinasyonu
682	10	A
540	8	A
102	2	A
736	11	B
089	1	B
457	6	B
198	3	C
511	7	C
294	4	C
821	12	D
304	5	D
658	9	D



Tam rassal tasarımın pek çok avantajı vardır. İlk olarak, herhangi bir sayıdaki faktör kombinasyonu ya da yineleme için kullanılabilir. Farklı faktör kombinasyonlarının aynı sayıda yinelenme zorunluluğunun olmaması tasarımı esnek kılar. Bazen faktör kombinasyonlarını aynı sayıda yinelemek mümkün değildir; incelenen faktörlerin kapasite ve kaynak sınırlaması olabilir. Deneyin dengeli olmadığı bu durumlarda istatistiksel analiz zor değildir, ancak doğruluk derecesi dengeli bir deneydeki ile aynı değildir.

Deneyisel hata için en çok sayıda bağımsızlık derecesi sağlaması ve dolayısıyla deneyisel hatanın daha doğru bulunması tam rassal tasarımın diğer bir avantajıdır. Böylece hangi faktör kombinasyonlarının farklılıkların anlamlı olduğunu belirlemek için yapılan karşılaştırma daha sağlıklı olacaktır.

Tam rassal tasarımın avantajlarının yanı sıra bir dezavantajı vardır: eğer deneyisel birimler arasında benzerlik yoksa, doğruluk düşüktür. Bu tür durumlarda benzer birimler bloklanarak, ya da gruplanarak bu sorun giderilebilir.

5.8.2.1. Verilerin Analizi

Veriyi analiz etmek için kullanılan istatistiksel prosedür varyans analizi olarak bilinmektedir. Bu teknikte faktör kombinasyonu etkilerinin ortalamalarının değişkenliği analiz edilir (Mitra, 1993, s.475).

Gözlemlerdeki toplam değişkenlik iki bileşene ayrılır:

1. Faktör kombinasyonu ortalamaları arasındaki değişkenlik (faktör kombinasyonlarının karelerinin toplamı, (SSTR)) ve
2. Faktör kombinasyonları arasındaki deneyisel birimlerdeki değişkenlik (hataların karelerinin toplamı, (SSE)).

Diğer bir ifade ile;

$$SST = SSTR + SSE \quad (5.2)$$

Faktör kombinasyonlarının ve hataların ortalama kareleri, karelerinin toplamının karşılık gelen bağımsızlık derecelerine bölünmesi ile elde edilir. Bağımsızlık derecesi her değişkenlik kaynağına ait gözlem sayısının bir eksiğidir. Her biri r yinelemeli, p kadar faktör kombinasyonu olan dengeli bir deneyde toplam gözlem sayısı, faktör kombinasyonu sayısının yineleme sayısı ile çarpımı, yani $r.p$ kadar olacaktır. Toplam bağımsızlık derecesi ise, toplam gözlem sayısının bir eksiği kadar, $(rp-1)$ kadar olacaktır. Faktör kombinasyonları için bağımsızlık derecesi sayısı $(p-1)$ 'dir. Deneysel hata için ise, her faktör kombinasyonu için r sayıda gözlem, ve $(r-1)$ sayıda bağımsızlık derecesi olacaktır. Denklem-5.2'de bu değerler yerine konulursa:

$$(rp-1) = (p-1) + p(r-1) \text{ elde edilir.} \quad (5.3)$$

NOTASYON:

- p : faktör kombinasyonu sayısı,
 r : her faktör kombinasyonu için yineleme sayısı,
 y_{ij} : i faktör kombinasyonuna atanan j deneysel birimine ait tepki değeri,
 $i = 1, 2, \dots, p \quad j = 1, 2, \dots, r$
 y_i : $\sum_{j=1}^r y_{ij} = i$ faktör kombinasyonu için tepkilerin toplamı,
 $\bar{y}_i$: $y_i / r = i$ faktör kombinasyonlarının ortalaması
 $y_{..}$: $\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^r y_{ij} = \text{tüm gözlemlerin toplamı}$
 $\bar{y}$: $y_{..} / (rp) = \text{tüm gözlemlerin ortalaması}$

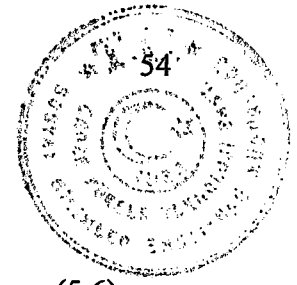
Kareler toplamı ile ilgili formüller şöyledir:

Düzeltilme faktörü, C , şöyle hesaplanmaktadır:

$$C = y_{..}^2 / (rp) \quad (5.4)$$

Toplam kareler toplamı:

$$SST = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - y_{..}^2 / (rp) \quad (5.5)$$



Faktör kombinasyonları için kareler toplamı:

$$SSTR = \left(\sum_{i=1}^p y_{i.}^2 \right) / r - y_{..}^2 / (rp) \quad (5.6)$$

ve hata için kareler toplamı:

$$SSE = SST - SSTR \quad (5.7)$$

Karelerin ortalaması, kare toplamların karşılık gelen bağımsızlık derecelerine bölünerek bulunur. Faktör kombinasyonu ve hata için karelerin ortalaması:

$$MSTR = SSTR / (p - 1) \quad (5.8)$$

$$MSE = SSE / [p(r - 1)] \quad (5.9)$$

ÖRNEK 2 (Montgomery, 1990, s.460-464): Bir kağıt üreticisinde üretilen kağıdın direncini artırma çalışmaları yürütülmektedir. Kağıdın direncini kağıt hamurunda kullanılan ağaç konsantrasyonunun etkilediği düşüncesiyle incelenecek faktör olarak ağaç konsantrasyonu seçilmiş. Dört farklı düzeyde altı yinelemenin yapıldığı deneyde şu sonuçlar elde edilmiştir (Tablo-5.5).

Tablo- 5.5. 2² Tam Faktöriyel Ürün Miktarı Deneyinin Sonuçları

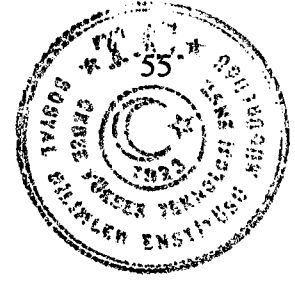
Konsantrasyon (%)	Gözlemler						Toplam	Ortalama
	1	2	3	4	5	6		
5	7	8	15	11	9	10	60	10.0
10	12	17	13	18	19	15	94	15.67
15	14	18	19	17	16	18	102	17.0
20	19	25	22	23	18	20	127	21.17
						Σ	383	15.96

Bu verilerle varyans analizi sırasıyla şu işlemler yapılarak tamamlanır:

$$SST = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - y_{..}^2 / (rp)$$

$$SST = (7)^2 + (8)^2 + (15)^2 + \dots + (20)^2 - (383)^2 / 24 = 512.96$$

$$= 512.96$$



$$SSTR = \left(\sum_{i=1}^p y_i^2 \right) / r - y_{..}^2 / (rp)$$

$$SSTR = \frac{(60)^2 + (94)^2 + (102)^2 + (127)^2}{6} - \frac{(383)^2}{24} = 382.79$$

$$SSE = SST - SSTR$$

$$= 512.96 - 382.79 = 130.17$$

Varyans analizi Tablo-5.6'da özetlenmiştir.

Tablo- 5.6. ANOVA Tablosu

Değişkenlik kaynağı	Kareler toplamı (SS)	Bağımsızlık derecesi (DF)	Ortalama kare (MS)	F ₀
Konsantrasyon	382.79	3	127.6	19.61
Hata	130.17	20	6.51	
Toplam	512.96	23		

F₀ = 19.61 değeri, F_{0.01, 3, 20} = 4.94 karşılaştırıldığında, ağaç konsantrasyonunun kağıdın direncini arttırdığı kanıtlanmıştır.

Rassallaştırma yapılan deneyde yinleme varsa, her yinelemenin rassallaştırılması bir önceki deneme tamamlandıktan sonra yapılmalıdır. Bu metot deney düzeneğinin değiştirilmesi zor ve pahalı değilse kullanılır.

5.8.3. Faktöriyel Tasarım

Yirminci yüzyılın ilk yarısında deneysel metotlarda gelişmeler olmuştur. Matematikçiler bir kerede birden fazla faktörü test edebilecekleri metotlar geliştirmişlerdir. Tam faktöriyel tasarımlar olarak adlandırılan bu yeni tasarımlarla aynı anda pek çok faktörü pek çok düzeyde test etmek mümkündür.

Tam faktöriyel bir deney düzeni örneği Tablo-5.7'de yer almaktadır. Bu deneyin ortogonal olduğu görülmektedir. Her bir faktör düzeyinin altında eşit sayıda veri vardır. A faktörünün alt düzeyinin etkisinin, A₁ incelendiği iki denemede B faktörünün her iki düzeyinin etkisi incelenmiştir. Aynı şekilde A₂ nin etkisinin

araştırıldığı denemelerde B faktörünün iki düzeyi de incelenmektedir. Deney dengeli olduğu için, A faktörü B faktörünün etkisinin tahminini etkilemez.

Tablo- 5.7. Tam Faktöriyel bir Deneye Ait Deney Düzeni ve Verileri

Deneme no.	Faktörler ve düzeyleri		Tepki	
	A	B		
1	1	1	76	78
2	1	2	77	78
3	2	1	73	74
4	2	2	79	80

İncelenen proseste her biri iki ya da daha fazla düzeyli en az iki faktör olduğu zaman, her bir faktörün kombinasyonları olarak bir faktör kombinasyonu tanımlanır. Faktöriyel bir deneyde, faktörlerin tüm olası kombinasyonları, tüm faktör kombinasyonları, deneyin her bir tam yinelemesinde yer alırlar (Clements, 1991, p.24).

Faktöriyel deneylerde olması gereken faktör kombinasyonu sayısı tüm faktörlerin düzey sayılarının birbirleriyle çarpımına eşittir. Sırasıyla 6, 4 ve 3 düzeyi olan 3 faktörün test edileceği bir faktöriyel deneyde $6 \times 4 \times 3 = 72$ deneme olmalıdır. Her bir faktör kombinasyonunun bir kez kullanıldığı tek yinelemeli bir deney için 72 deneme gerekmektedir. Öte yandan, faktörler arası olası bir etkileşimi belirlemek için yineleme gereklidir. Bu da faktöriyel deneyde gereken deney sayısını daha da arttıracaktır (Mitra, 1993, s.485).

Faktörlerin her birinin 2 düzeyi olduğu durumlarda faktör kombinasyonu sayısı şöyle formüle edilebilir:

$$\text{faktör kombinasyonu sayısı} = 2^n \quad (5.10)$$

burada n: incelenecek 2 düzeyli faktör sayısını temsil etmektedir. Bu deneyler 2^n deneyler olarak adlandırılırlar.



Deneyler ayrıca toplam olası kombinasyon sayısı ile adlandırılırlar. Her biri 2 düzeyli 3 faktörün incelendiği bir deneyde olası faktör kombinasyonu kombinasyon sayısı 8'dir, ve L8 diye adlandırılır (Şirvancı, 1997, s.25).

Faktöriyel deneylerin, araştırılacak birkaç faktör olduğu zaman kullanılması daha uygundur. Clements'e göre, bir kerede en fazla beş ya da altı faktörün incelendiği tam faktöriyel deneyler genellikle mükemmel ve ekonomiktirler. Daha büyük ölçekli faktöriyel deneyler iki ya da üç düzeyle sınırlandırılmalıdır (Clements, 1991, p.26).

Her faktörün iki düzey ile sınırlandırılması, tasarım matrisinin hazırlanmasını da kolaylaştırır. Her biri iki düzeyli üç faktörün tasarım matrisi Tablo-5.8'de verilmektedir. Tabloda kullanılan '-', '+' işaretleri, sırasıyla faktörlerin alt ve üst düzeylerini temsil etmektedir. AB, AC, BC ve ABC etkileşimlerinin sütunlarında yer alan işaretler, ilgili etkilerin işaretlerinin birbirleri ile çarpımından elde edilmiştir (Şirvancı, 1997, s.27).

Tablo- 5.8. 2³ Tam Faktöriyel bir Deney Matrisi

Deneme	Etkiler						
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
1	-	-	-	+	+	+	-
2	-	-	+	+	-	-	+
3	-	+	-	-	+	-	+
4	-	+	+	-	-	+	-
5	+	-	-	-	-	+	+
6	+	-	+	-	+	-	-
7	+	+	-	+	-	-	-
8	+	+	+	+	+	+	+

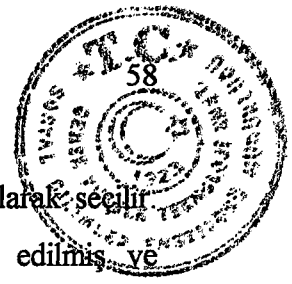
ÖRNEK 2 (Clements, 1991, s.24): Bu örnekte yeni bir matkap test edilmektedir. Matkapla çelik levhalar üzerinde 0.125 inçlik delikler açılması istenmektedir. İncelenecek faktörler matkap ucu tipi (faktör A) ve matkabın çalışma hızıdır (faktör B). Her iki faktörün iki düzeyi vardır:

A₁: karbit uç,

A₂: elmas uç

B₁: 1200 rpm,

A₂: 1500 rpm



Deneye başlamadan önce, her bir kombinasyonun sırası rassal olarak seçilir. Rassallaştırma ve ardından deney yapıldıktan sonra şu veriler elde edilmiş ve tablolştırılmıştır.

Tablo- 5.9. Tam Faktöriyel Olarak Tasarlanmış bir Deney ve Tepki Değerleri

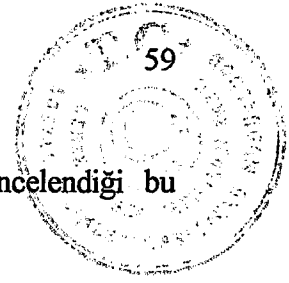
Faktör B	Faktör A		Satır ortalaması
	Karbit	Elmas	
1200	0.124	0.118	0.121
1500	0.126	0.127	0.1265
Sütun ortalaması	0.125	0.1225	

A faktörünün etkilerini analiz etmek için sütun ortalaması, B faktörü için satır ortalamalarına bakılır. Tablo-5.9 incelendiğinde istenilen 0.125 inçlik delik büyüklüğü, karbit tip uçla ulaşmanın mümkün olduğu görülmektedir.

5.8.3.1. Faktöriyel Deneylerin Avantajları

Faktöriyel deneyler, bir kerede bir faktörün test edildiği deneylerle mümkün olmayan faktörler arasındaki etkileşimlerin bulunmasını sağlar. İki ya da daha fazla faktör olduğu zaman etkileşim ile ilgili bilgisinin olması bir araştırmacı için çok önemlidir. İki faktör arasındaki etkileşim anlamlı ise, bir faktörün düzeyi değiştirildiğinde tepki değişkeninde oluşacak fark, diğer faktörün tüm düzeylerinde aynı olmayacaktır. Her iki faktörün tepki değişkeni üzerindeki etkisi belirlendiyse, etkileşim etkileri ihmal edilemez (Mitra, 1993, s.485).

Eğer etkileşim etkisi varsa, faktörlerin esas etkilerini kamufle edecektir. Bu yüzden eğer, etkileşim etkileri anlamlı ise, esas etkiler için test yapmak uygun olmayacaktır. Sadece faktörler bağımsız iseler ve etkileşim yoksa, faktörlerin etkisinin aranması söz konusu olur. Böyle durumlarda esas etkileri aynı doğruluk derecesinde belirlemek için daha az sayıda denemeye gerek olacaktır. Tek faktörlü deneylerde aynı doğruluk derecesine ulaşmak için genellikle daha fazla sayıda deneme gerekir. Faktöriyel deneyler ayrıca hangi faktörlerin önemli olduğunu belirlemek için yapılan



araştırmalar için önemlidir. Ayrıca bir faktörün bir çok düzeyde incelendiği bu deneylerden çıkarılan sonuçlar geniş bir aralıkta geçerli olacaktır.

5.8.3.2. Faktöriyel Deneylerin Dezavantajları

Faktöriyel deneylerin bir dezavantajı, faktör ve / veya düzey sayısı arttıkça, deneylerin sayısının üssel olarak artmasıdır. Tüm bu deneyleri yapmanın maliyeti etkili bir faktör olabilir.

Bir diğer dezavantaj, tüm faktör kombinasyonlarının tam yinelenmesinin tamamlanmasına yetecek kadar büyük bloklar bulabilmenin mümkün olmamasıdır (her bir faktör kombinasyonunun her bir blokta bir kere kullanıldığı varsayılmaktadır). Üçüncü dezavantaj, yüksek dereceli etkileşimlerin yorumlanması olarak sayılabilir (Mitra, 1993, s.486).

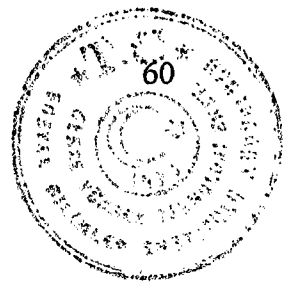
5.8.4. Kesirli Faktöriyel Tasarım

1940’larda faktöriyel tasarımların bazı sınırlamaları olduğu ortaya çıkmıştı. İncelenen faktör sayısı arttıkça, olası etkileşim sayısı da üssel olarak artmaktaydı. Sorun, etkileşimin en az üç faktör arasında olmasıydı. Bu etkileşimlerin olasılığı azdı (Clements, 1991, s.28).

Örneğin, iki düzeyi olan 6 faktörün incelendiği 2^6 bir deneyde, deneme sayısı 64 olacaktır. Bu tasarımdaki 63 bağımsızlık derecesinin etkilere ve etkileşimlere dağılımı binom katsayısı ile etkileşim sayısı hesaplanarak bulunabilir. Örneğin, 6 faktörden 2’sinin seçilmesiyle oluşacak 2’li etkileşim sayısı:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} \text{ formülünden yararlanarak} \quad (5-11)$$

$$\binom{6}{2} = \frac{6!}{2!(6-2)!} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 4!}{2 \cdot 4!} = 15 \text{ olarak hesaplanır.}$$



Diğer etkileşimler de şu değerleri alacaktır.

Etkileşim	Adet
2'li	15
3'lü	20
4'lü	15
5'li	6
6'lı	1

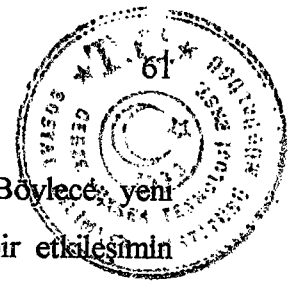
Buna göre bağımsızlık derecelerinin 6'sı esas etkiye, 15'i iki faktörlü etkileşimlere, kalan 42 bağımsızlık derecesi ise en az 3 dereceli etkileşime karşılık gelmektedir. Eğer araştırmada, yüksek dereceli etkileşimlerin ihmal edilebilir olduğu varsayılıyorsa esas etkiler ve düşük dereceli etkileşimlerle ilgili bilgi sağlamak için tam faktöriyel bir deneyin bir kısmını yapmak yetecektir (Montgomery, 1991, s.335).

Kesirli faktöriyel tasarımlar ürün/süreç tasarımında ve problem gidermede en çok kullanılan tasarımları arasında yer alır. Bu tasarımlar büyük ölçüde görüntüleme deneylerinde kullanılırlar. Bu deneyler, hangi faktörlerin etkilerinin önemli olduğunu anlamak için yapılan deneylerdir. Bu deneyler genellikle, projenin başında önemli ve önemsiz faktörleri ayırt etmek ve böylece önemsiz faktörleri gereksiz yere incelememek için yapılır (a.g.k.).

Başarılı kesirli faktöriyel tasarımlar üç kilit düşünce üzerine dayanır (a.g.k.):

1. Etkiler prensibinin geçersizliği: Bir çok değişken varsa, sistem ya da proses bazı esas etkiler ve düşük dereceli etkileşimler tarafından yönlendirilebilir.
2. Yansıtıcı özellik: Kesirli faktöriyel tasarımlar anlamlı faktörler alt grubunda daha güçlü (daha büyük) tasarımlara yansıtılabilir.
3. Seri deneme: Faktör etkilerini ve bazı etkileşimleri belirlemek amacı ile daha büyük bir tasarımı seri halde bir araya getirmek için iki ya da daha fazla kesirli faktöriyel deney bir araya getirilebilir.

Kesirli faktöriyel tasarım oluşturma tekniği olası etkileşimlerle ilgili yapılan varsayımlara dayanır. Tam faktöriyel bir tasarım, etkileşimlerin etkilerinin dağıtılması ile ilave faktörler eklenir. Burada etkilerin dağıtılması, etkisi önemsiz olan bir



etkileşim sütununun seçilip, bu sütuna yeni bir faktör atanmasıdır. Böylece, yeni faktörün ve eski etkileşimin etkileri birleştirilir. Burada, üç düzeyli bir etkileşimin etkisinin küçük olduğu varsayılmaktadır çünkü böyle bir etkileşim olası değildir. Bu yüzden, söz konusu etkinin atanan faktörün etkisi olduğu düşünülür (Clements, 1991, s.29).

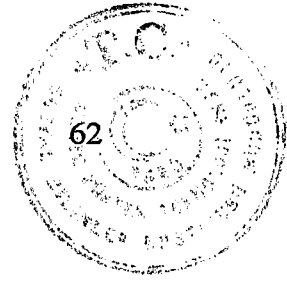
Bu tip tasarımlar, deney tasarlamamanın tehlikeli ve zor idare edilebilir olduğu tasarımlar olabilir. Ama gerçekte, metot oldukça etkilidir. Sonuç olarak, bir çok faktör, az sayıda deneme ile test edilebilmektedir. Tablo-5.10'da deneme sayısının yarı yarıya azaltıldığı kesirli faktöriyel bir tasarım görülmektedir.

Tablo- 5.10. Kesirli Faktöriyel Tasarım Örneği

Deneme	Faktörler		
	A	B	C
1	-	-	+
2	+	-	-
3	-	+	-
4	+	+	+

Kesirli faktöriyel tasarımlarda, esas faktör etkilerini ve bazı etkileşimleri bulmak için tüm olası kombinasyonların sadece belli bir kısmını kullanılır. Şekil-5.6'da 1/2, 1/4, ve 1/8'lik kesirli faktöriyel deneyler görülmektedir. Çeşitli faktörler ve etkileşimler arasında ortogonaliteyi sürdürmek için belirli faktör kombinasyonu şartları seçilir (Ross, 1996, s.48).

1/16'lık faktöriyel tasarımla deneme sayısının 8'e indirilmesi, bir araştırmacı ve/veya araştırmanın yürütüldüğü işletme için zaman ve maliyet açısından çok cazip olacağı açıktır. Ancak, böyle küçük bir deneyden elde edilen bilgi tam faktöriyel bir deneyden elde edilen bilgiden daha az olacaktır (Ross, 1996, s.48).



		A ₁								A ₂							
		B ₁				B ₂				B ₁				B ₂			
		C ₁		C ₂		C ₁		C ₂		C ₁		C ₂		C ₁		C ₁	
		D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂
E ₁	F ₁	G ₁															
		G ₂															
	F ₂	G ₁															
		G ₂															
E ₂	F ₁	G ₁															
		G ₂															
	F ₂	G ₁															
		G ₂															

1/2 Kesirli
Faktöriyel
Deney

		A ₁								A ₂							
		B ₁				B ₂				B ₁				B ₂			
		C ₁		C ₂		C ₁		C ₂		C ₁		C ₂		C ₁		C ₁	
		D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂
E ₁	F ₁	G ₁															
		G ₂															
	F ₂	G ₁															
		G ₂															
E ₂	F ₁	G ₁															
		G ₂															
	F ₂	G ₁															
		G ₂															

1/4 Kesirli
Faktöriyel
Deney

		A ₁								A ₂							
		B ₁				B ₂				B ₁				B ₂			
		C ₁		C ₂		C ₁		C ₂		C ₁		C ₂		C ₁		C ₁	
		D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂	D ₁	D ₂
E ₁	F ₁	G ₁															
		G ₂															
	F ₂	G ₁															
		G ₂															
E ₂	F ₁	G ₁															
		G ₂															
	F ₂	G ₁															
		G ₂															

1/8 Kesirli
Faktöriyel
Deney

Şekil-5.6. Çeşitli Kesirli Faktöriyel Deney Düzenleri



Genichi Taguchi, çeşitli durumlarda kullanılabilecek; faktörleri ve bazı deneylerde iki dereceli etkileşimleri kolaylıkla atayabilmek için kesirli faktöriyel matrisleri geliştirmiştir. Tablo-5.11’de sekiz denemeli bir ortogonal deney düzeni yer almaktadır. Bu tablodaki yedi sütun Tablo-5.8’de yer alan her faktörün bir sütuna atandığı 2^3 tam faktöriyel deney matrisindeki sütunlar gibidir. Her sütuna bir faktörün atandığı tasarımlar doymuş tasarımlardır.

Tablo- 5.11. L8 Ortogonal Deney Düzeni Matrisi

Deneme	Sütun numarası						
	1	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	+	+	+	-
2	-	-	+	+	-	-	+
3	-	+	-	-	+	-	+
4	-	+	+	-	-	+	-
5	+	-	-	-	-	+	+
6	+	-	+	-	+	-	-
7	+	+	-	+	-	-	-
8	+	+	+	+	+	+	+

5.8.4.1 Kesirli Deneylerin Tasarımı ve Özdeş Yapı Kavramı

8 ya da 16 kombinasyonun olduğu L8 ya da L16 matrisleri, kesirli faktöriyel deneyler için kullanıldıkları zaman, bu faktörlerin etkileşim sütunlarına, diğer faktörlerin atanması gerekir. L8 tasarım matrisi, faktör sayısı 3-7 arasında olan deneyler için kullanılır.

Tablo-5.12’de faktör sayısına göre faktörlerin matrise nasıl atanacağı gösterilmiştir. Faktör atanmayan etkileşim sütunları orijinal adları ile yer almaktadırlar. Her bir faktör ya da etkileşimin altında ise faktörlerin ya da etkileşimlerin özdeş yapısına göre belirlenen özdeş isimleri yer almaktadır.

Kesirli deneylerde özdeş isim kavramı şöyle açıklanabilir. Tablo-5.12’de faktör sayısının dört olduğu durumda ABC etkileşiminin yer aldığı 7. sütuna D’nin dördüncü faktör olarak atandığı görülür. Bu durumda 7.sütunun D ve ABC olmak üzere iki adı vardır, şöyle ifade edilir:

$$D = ABC$$



ABC bu kesirli deneyin jeneratörüdür. Yukarıdaki denkleğin her iki tarafı diğer faktörlerle çarpılarak diğer sütunların özdeş isimleri elde edilir.

Tablo- 5.12. L8 Kesirli Faktöriyel Deneylerde Etkileşimlerin Sütunlara Atanması ve Özdeş İsimleri

Faktör Sayısı	Sütun numarası						
	1	2	3	4	5	6	7
3	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
4	A	B	C	AB CD	AC BD	AD BC	D
5	A BD CE	B AD	C AE	D AB	E AC	BC DE	BE CD
6	A BD CE	B AD CF	C AE BF	D AB EF	E AC DF	F BC DE	AF BE CD
7	A BD CE FG	B AD CF EG	C AE BF DG	D AB EF CG	E AC BG DF	F AG BC DE	G AF BE CD

Bu işlemleri yaparken I, özdeş sütun kullanılır. I sütunu herhangi bir sütunun kendisiyle çarpımı ile tamamen “+” işaretlerinden oluşan sütuna eşittir. Herhangi bir sütunun özdeşiyle çarpımı kendisine eşittir. Örneğin,

$$A.A = C.C = AB.AB = BC.BC = I$$

ve $A.I = I.A = A$

4 faktörlü kesirli faktöriyel deney için özdeş isimler, faktörlerin jeneratörle çarpılması ile şöyle bulunur:

$$AD = AABC = IBC = BC$$

⇒ böylece, altıncı sütun için $BC = AD$ bulunur.

Jeneratör B ile çarpılırsa:

$$BD = BABC = AIC = AC \text{ bulunur, ve}$$

⇒ beşinci sütun için $AC = BD$ olarak bulunur.

Jeneratör C ile çarpılırsa:

$$CD = CABC = CABC = ABI = AB \text{ bulunur, ve}$$

⇒ beşinci sütun için $AB = CD$ olarak bulunur.

6. İLERİ KALİTE TEKNİKLERİNDEN DENEY TASARIMININ KOCAELİ SANAYİSİNDE BİLİNME VE KULLANILMA DÜZEYİNE İLİŞKİN BİR ARAŞTIRMA

6.1. Araştırmanın Amacı

Yapılan bu araştırmada, Kocaeli bölgesi sanayisindeki üretici firmaların, kalite ve süreç etkinliğini iyileştirmek için ileri kalite araçlarından deney tasarımı tekniğini ne ölçüde bilip ne ölçüde kullandıkları araştırılmıştır. Bu anlamda anket yapılan firmalardaki kalite faaliyetlerinin düzeyi; kalite eğitim politikaları ve ileri kalite teknikleri ile ilgili eğitim verip vermedikleri; eğer bu konuda eğitim alıyorsa ileri kalite tekniklerini öğrenmenin firmaya olan getirilerini öğrenmek amacı ile bu teknikle yapılan proje sayısı, bunlardan kaçının başarılı olduğu araştırılıp gelişme düzeyi; kalite iyileştirme konusunda ciddi atılımlar yapmadan önceki durum ile sonraki durum karşılaştırılıp, ileri kalite geliştirme tekniklerinin firmaya yararı; kalitelerini belgeleyen firmalar ile belge almayan firmalar arasındaki kaliteye bakış açılarındaki ve kalite ile ilgili uygulamalarındaki farklar araştırılmıştır.

6.2. Araştırmanın Yöntembilimi

Bu araştırmada anket çalışması yürütülmüştür. Gebze-İzmit bölgesinde bulunan Kocaeli Sanayi odasına kayıtlı 173 büyük ölçekli sanayi işletmesinden 100 adet firma tesadüfi olarak seçilmiştir. Bu şirketlerle telefon, elektronik posta ve mektupla irtibat kurulmaya çalışılmış ve anket formu gönderilmiştir. Ankete katılmayı kabul eden

firmalara bizzat gidilerek anket çalışması yürütülmüştür. Bu anlamda ankete katılan 29 adet firma değerlendirmeye alınmıştır.

6.2.1. Araştırmada Kullanılan Anket Formunun Tanıtımı

Anket çalışmasında, anket yapılan işletmelerdeki çalışanlara yöneltilmek üzere bir anket formu ve yöneticilere yöneltilmek üzere bir bilgi formu hazırlanmıştır. Anket yapılan kişilerin bulundukları departmanlar firmalara göre değişmekle birlikte, anket üretim, kalite kontrol, kalite güvence, ar-ge, ürün geliştirme, proses geliştirme departmanlarında yürütülmüştür. Bu bölümlerde çalışan mühendisler, uzmanlar, memurlara anket formu verilmek ve o birimlerin yöneticilerine bilgi formu verilmek suretiyle yürütülmüştür.

Anket formu dört kısımdan oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışanların öğrenim durumu, deneyimi, hangi birimde çalıştığı, mesleği incelenmiştir. Diğer bölümlerde, şirketle ilgili bilgi almaya çalışılmıştır.

Öncelikle, şirketin nasıl bir kalite politikası izlediği incelenmiştir. Daha sonra şirketin eğitim politikası incelenmiştir. Daha açık bir ifade ile eğitim sıklığı ve eğitim verilen konular araştırılmıştır. Bir sonraki bölümde şirketlerin ileri kalite teknikleri uygulayıp uygulamadıkları araştırılmıştır. Ve uygulayan şirketlerin elde ettikleri gelişmeler öğrenilmeye çalışılmıştır.

Anket yapılan şirketlerdeki kalite kontrol, kalite güvence, ar-ge, proses geliştirme, ya da üretim departman yöneticileri ile yapılan görüşmelerde şirketleri hakkında genel bilgi sağlayabilecek sorular bir bilgi formu aracılığı ile yöneltilmiştir. Bu formda çalışanlara yöneltilen bazı sorular kontrol amacı ile bu formda da yinelenmiştir. Yöneticilere yöneltilen bilgi formunda ise gene kişisel ankete benzer şekilde yöneticinin mesleği, eğitim durumu, deneyimi araştırılmıştır. İkinci bölümde şirketin yer aldığı sektör ve izlediği kalite politikası incelenmiştir.



Yöneticilere, firmaları hakkında daha genel bilgiler sorulmuştur. Bu bilgiler, şirketlerinin kalite sertifikası olup olmadığı, ileri kalite teknikleri kullanılıyorsa, bundan sağlanan mali kazanç öğrenilmeye çalışılmıştır.

6.2.2. Ön Araştırma ve Düzeltmeler

Anket formunun anlaşılabilirliğini test etmek amacıyla bir işletmede anket yürütülmüştür. Ve buradan alınan geri bildirimle bazı ifadeler daha açık hale getirilmiştir. Anketin uygulayıcı tarafından kolayca doldurabilmesi yönünde alınan eleştiriler değerlendirilmiş ve gerekli değişiklikler yapılmıştır.

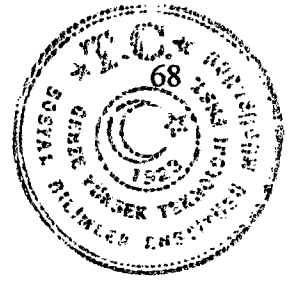
6.3. Kişisel Anket Bulgularının Değerlendirilmesi

Çalışanlara yöneltilen bu anketin ilk bölümünde çalışanlara ilişkin özellikler incelenmiştir. Daha sonra şirkette yürütülen kalite faaliyetleri ile ilgili bilgi alınmıştır. Diğer bir bölümde çalışanlara şirket içinde ve dışında eğitim alıp almadıkları, alıyorsa eğitim sıklığı, eğitimin içeriği sorulmuştur. Böylece ileri kalite teknikleri ile ilgili eğitim alıp almadıkları araştırılmıştır. Bu ileri kalite tekniklerinin uygulanma düzeyi, ve elde edilen gelişmeler araştırılmıştır. Elde edilen veriler bazı çapraz tablolar ile sorgulanmıştır, ve değerlendirilmiştir.

6.3.1. Araştırmaya Katılan Çalışanların Özellikleri İle İlgili Bulgular

Kişisel anketin ilk bölümünde, şirket çalışanlarının çalıştıkları birimler, deneyimleri, eğitim durumları, meslekleri, ve ünvanları gibi bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



Tablo- 6.3.1. Çalışılan Birim

Birimler	Frekans	Yüzde Değeri
Üretim	23	29,9
Ar-Ge	7	9,1
Kalite Kontrol	11	14,3
Proses Geliştirme	2	2,6
Kalite Güvence	12	15,6
End. Müh. Böl.	3	3,9
Ürün Geliştirme	7	9,1
Diğer	11	14,3
Toplam	76	98,7
Cevapsız	1	1,3
Toplam	77	100,0

Tablo-6.3.1’de görülebileceği gibi ankete katılan 77 kişinin birimlere göre dağılımı şöyledir: 23 kişi üretim, 12 kişi kalite güvence, 11 kişi kalite kontrol, 7 kişi ürün geliştirme ve ar-ge, 2 kişi proses geliştirme birimlerinde çalışmaktadır.

Tablo- 6.3.2. Deneyim

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	0-1	13	16,9	17,1
	1-3	29	37,7	55,3
	3-5	4	5,2	60,5
	5+	30	39,0	100,0
	Toplam	76	98,7	
Cevapsız		1	1,3	
Toplam		77	100,0	

Anket yöneltilen kişilerin %39’u en az 5 yıldır, yaklaşık %38’i 1-3 yıldır, yaklaşık %17’si 0-1 yıldır, %5,2’si 3-5 yıldır o firmalarda çalışmaktadırlar (Tablo-6.3.2).

Tablo- 6.3.3. Eğitim Düzeyi

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	Lise	10	13,0	13,2
	Lisans	45	58,4	72,4
	Yüksek Lisans	20	26,0	98,7
	Doktora	1	1,3	100,0
	Toplam	76	98,7	
Cevapsız		1	1,3	
Toplam		77	100,0	

Tablo 6-3.3'den görülebileceği gibi ankete katılan 77 çalışanın 45'i lisans derecesi, 20'si yüksek lisans derecesi, 1'i doktora derecesi almışlardır, 10'u lise mezunudur.

Tablo- 6.3.4. Meslek

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	Elk.-Elkt. Müh.	8	10,4
	End. Müh.	11	14,3
	Kimya Müh.	14	18,2
	Makine Müh.	24	31,2
	İşletmeci	2	2,6
	Diğer	16	20,8
	Toplam	75	97,4
Cevapsız		2	2,6
Toplam		77	100,0

Bu soruya yanıt veren 75 kişinin mesleki dağılımına bakıldığında 24'ünün makine mühendisi, 14'ünün kimya mühendisi, 11'inin endüstri mühendisi, 8'inin elektrik-elektronik mühendisi, ve 2'sinin işletmeci olduğu görülmüştür (Tablo-6.3.4).

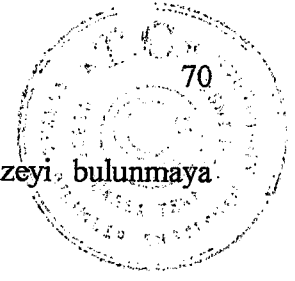
Tablo- 6.3.5. Ünvan

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	Uzman	40	51,9
	Şef	13	16,9
	Teknisyen	9	11,7
	Asistan	1	1,3
	Operatör	4	5,2
	Müdür	9	11,7
	Toplam	76	98,7
Toplam		77	100,0

Tablo-6.3.5'ten görülebileceği gibi bu soruyu yanıtlayan 76 kişiden 40'ı uzman, 13'ü şef, 9'u müdür ve teknisyen, 4'ü operatör, ve 1'i asistan ünvanını taşımaktadırlar.

6.3.2. Araştırmaya Katılan Şirketlerle İlgili Bulgular

Anketin bu bölümünde çalışanlara, şirketlerinde yürütülen kalite kontrol ve kalite güvence faaliyetleri sorulmuştur. Bu anlamda, kaliteyi kötü yönde etkileyen değişkenlerin bulunması ve hatalı üretimin nedenlerinin bulunması için hangi teknikleri kullandıkları



sorulmuştur. Kullanılan araçlar içinde ileri araçların kullanılma düzeyi bulunmaya çalışılmıştır.

6.3.2.1. Şirketlerdeki Kalite ile İlgili Faaliyetlerin Kapsamı

Ankete katılan 77 kişiden 62'sinden alınan yanıtlara göre, söz konusu şirketlerin % 60,3'ünde kalite kontrol faaliyetleri üretimden servise değin geçen sürede, yani süreç içinde yürütülmektedir. Bu şirketlerde proses sırasında veri toplanarak prosesin kontrol altında olup olmadığı gözlenir ve proses kontrol dışına çıktığı anda gerekli düzeltmeler yapılır. Araştırma yapılan şirketlerin % 32,1'inde kalite kontrol faaliyetleri süreç dışında yürütülmektedir. Bu şirketlerde pazar araştırmasından ürün ve prosesin geliştirilmesine kadar geçen sürede üretim prosesini kötü yönde etkileyebilecek faktörler önceden belirlenerek olası kötü etkileri en aza indirilir (bkz. Tablo-6.3.6).

Tablo- 6.3.6. Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamı

Kalite Kontrol Faaliyetleri	Frekans	Yüzde %
Süreç dışı	25	32,1
Süreç içi	47	60,3
Diğer	6	7,7
Toplam	78	100,0

Tablo- 6.3.7. Kalite Güvence Faaliyetleri

Kalite Güvence Faaliyetleri Türü	Frekans	Yüzde %
Girdi-Proses-Son Ürün Kalite Kontrolü	58	44,6
İPK	45	34,6
Deney Tasarımı	13	10,0
Diğer	14	10,8
Toplam	130	100,0

Ankete katılan 74 kişinin verdiği yanıtlardan bu kişilerin çalıştığı şirketlerin %44,6'sında girdi-proses-son ürünün kalite kontrolü, %34,6'sında İPK ve %10'unda deney tasarımı uygulandığı görülmüştür. Buradan şirketlerin neredeyse yarısında geleneksel kalite anlayışının sürdüğü, onda birlik gibi az bir bölümünde ileri kalite yönetim araçlarından deney tasarımı kullandıkları görülmektedir



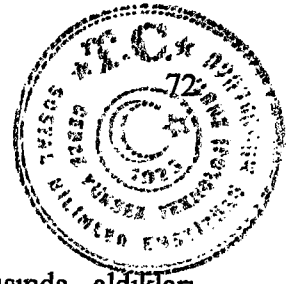
Tablo- 6.3.8. Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamına Göre Yürütülen Kalite Güvence Faaliyetleri

		Yürütülen Kalite Güvence Faaliyetleri				
Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamı		Girdi-Proses-son ürün	İPK	Deney Tasarımı	Diğer	Satır Toplamı
Süreç dışı	Frekans	19	14	8	7	48
	Satır %	39,6	29,2	16,7	14,6	33,1
Süreç içi	Frekans	38	30	9	7	84
	Satır %	45,2	35,7	10,7	8,3	57,9
Diğer	Frekans	5	5	0	3	13
	Satır %	38,5	38,5	0,0	23,1	9,0
Sütun		62	49	17	17	147
Toplam		42,8	33,8	11,7	11,7	100,0

Şirketlere yürüttükleri kalite kontrol faaliyetlerine göre kalitelerini güvence altına almak için kullandıkları araçların sorulduğu bu sorudan 61 yanıt alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre;

Kalite kontrol faaliyetleri süreç dışında, yani üretim öncesinde yer alan firmalardan % 39,6'sı kalite güvence faaliyetlerinden girdi-proses-son ürün kalite kontrolü, % 29,2'si istatistiksel proses kontrolü, % 16,7'si deney tasarımı araçlarını kullanmaktadır. Kalite kontrol faaliyetleri süreç içinde, yani üretim-servis arasında yer alan firmaların % 45,2'si girdi-proses-son ürün kalite kontrolü, % 35,7'si İPK, ve % 10,7'si deney tasarımı yürütmektedir. Genel olarak bakıldığında, kaliteyi güvence altına almak için girdi-proses-son ürün kalite kontrolü, İPK ve DT uygulanma oranları sırasıyla % 42,8, % 33,8 ve % 11,7'dir (Tablo-6.3.8).

Bu soruya alınan yanıtlardan görülebileceği gibi, şirket çalışanları kalite faaliyetlerini süreç dışı sürdürdüklerini belirttikleri halde, hammaddenin son ürüne dönüşüne kadar geçen süreç içinde kalite kontrolü yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu da kişilerin firmalarında yürütülen faaliyetler konusunda ne kadar bilinçli oldukları hakkında bilgi vermektedir.



6.3.2.2. Şirketlerdeki Kalite Eğitimleri ile İlgili Bulgular

Anketin bu bölümünde, çalışanlara, şirket içinde ve şirket dışında aldıkları eğitimlerle ilgili bazı sorular yöneltilmiştir. Bu sorular ile çalışanların aldıkları eğitimin sıklığı, içeriği belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışanlara şirketleri dahilinde kalite eğitimi alıp almadıkları sorulduğunda 74 kişiden 65'inin şirketleri dahilinde kalite eğitimi aldıkları Tablo-6.3.9'da görülmektedir.

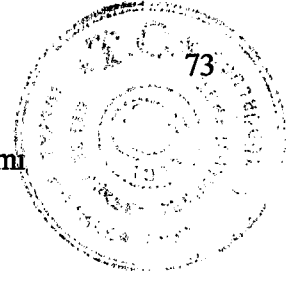
Tablo- 6.3.9. Şirket İçi Kalite Eğitimi Alma Durumu

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	Evet	65	84,4
	Hayır	9	11,7
	Toplam	74	96,1
Cevapsız		3	3,9
Toplam		77	100,0

Tablo- 6.3.10. Şirket içi Kalite Eğitimi Sıklığı

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	4-8 haftada bir	10	13,0	18,5
	9-12 haftada bir	5	6,5	27,8
	13-16 haftada bir	3	3,9	33,3
	Yılda 2 kere	16	20,8	63,0
	Yılda 2 kereden az	20	26,0	100,0
	Toplam	54	70,1	
Cevapsız		23	29,9	
Toplam		77	100,0	

Tablo-6.3.10'dan görülebileceği gibi bu soruyu yanıtlayanların %26'sı yılda 2 kereden daha az; %20,8'i yılda 2 kere; %13'ü 4-8 haftada bir; %6,5'i 9-12 haftada bir ve %3,9'u 13-16 haftada bir eğitim aldıklarını belirtmişlerdir.



Tablo-6.3.11. Şirket İçi Alınan Kalite Eğitimlerinin Dağılımı

Eğitim İçeriği	Frekans	Yüzde %
Temel Araçlar		
Histogram	23	7,7
Normal Olasılık Grafikleri	10	3,3
Pareto Diyagramı	38	12,7
Neden-Sonuç Diyagramı	37	12,3
Dağılım Diyagramı	20	6,7
Kontrol Çizelgesi	27	9
Gruplandırma	16	5,3
Kontrol Kartları	14	4,7
Diğer	9	3
Temel Araçlar Toplamı	194	64,7
İleri Araçlar		
Deney Tasarımı	2	0,7
Proses/Makine Yeterliliği	29	9,7
FMEA	13	4,3
Kabul Örneklemesi	5	1,7
QFD	2	0,7
İleri Araçlar Toplamı	51	17
ISO 9000	55	18,3
Toplam	300	100

Tablo-6.3.11'den görülebileceği gibi 65 kişiden alınan yanıtlara göre şirket içinde %64,7 oranında temel araçlar, %17 oranında ileri kalite araçları ve %18,3 oranında ISO 9000 ile ilgili eğitim verilmektedir. Üzerinde eğitim alınan temel araçların dağılımına bakıldığında, pareto diyagramı (%12,7); neden-sonuç diyagramı (%12,3); kontrol çizelgesi (%9); histogram (%7,7); dağılım diyagramı (%6,7); gruplandırma (%5,3); kontrol kartları (%4,7) ve normal olasılık grafikleri (%3,3) olarak sıralandığı görülmektedir. Şirket dahilinde üzerinde en çok eğitim alınan ileri kalite aracı %9,7 ile proses/makine yeterliliğidir. Onu %4,3 ile FMEA, %1,7 ile kabul örneklemesi ve %0,7 değeri ile deney tasarımı ve QFD izlemektedir.

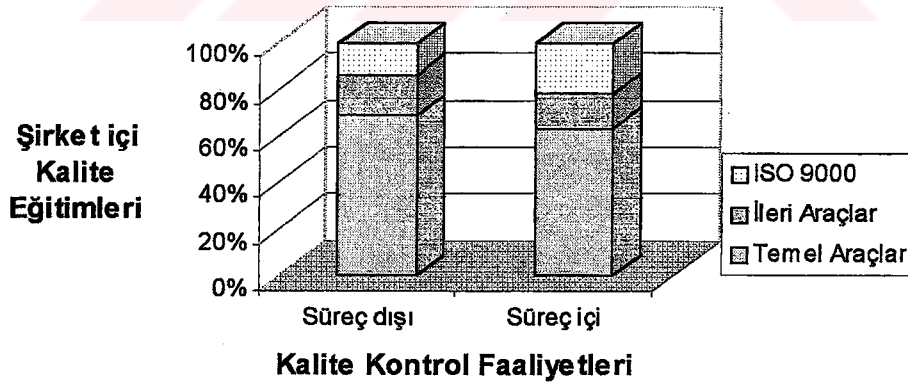


Tablo- 6.3.12 Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamına göre Şirket İçi Alınan Kalite Eğitimleri

		Şirket içi Alınan Kalite Eğitimleri			
Kalite Kontrol Faaliyetleri Kapsamı		Temel Araçlar	İleri Araçlar	ISO 9000	Satır Toplamı
Süreç Dışı	Frekans	80	21	16	117
	Satır %	68,4	17,9	13,7	39,00
Süreç içi	Frekans	100	24	34	158
	Satır %	63,3	15,2	21,5	52,7
Diğer	Frekans	14	6	5	25
	Satır %	56	24	20	8,3
Sütun		194	51	55	300
Toplam		64,7	17	18,3	100,00

Ankete katılan 53 çalışanın verdiği yanıtlardan elde edilen bulgular şunlardır: Kalite kontrol faaliyetlerini süreç dışında yürüten firmalardan %68,4'ü temel araçlarla ilgili, yaklaşık %18'i ileri araçlarla ilgili, ve yaklaşık %14'ü ISO 9000 ile ilgili şirket içi eğitim vermektedirler (bkz. Şekil- 6.3.1).

Kalite kontrol faaliyetlerini süreç içinde sürdüren firmalarda şirket içinde verilen eğitimlerin, %63,3'ü temel araçlar, %15,2'si ileri araçlar, ve % 21,5'i ISO 9000 eğitimlerinden oluşmaktadır.



Şekil- 6.3.1. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Şirket içi Verilen Kalite Eğitimleri

Şekil-6.3.1'den de görülebileceği gibi süreç dışı kalite kontrol yaptıklarını belirten firmalarda şirket içinde ileri kalite eğitimi verilme oranı hayli düşüktür. Süreç dışında



kalite kontrol faaliyetlerini yürüten firmaların oranı %32 (Tablo-6.3.6) iken, bu konuda eğitim alanlar %6'da kalmıştır. Şirketlerde yürütülen kalite kontrol faaliyetleri ile şirket içinde verilen eğitim türü arasında bir korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır, ancak bulunamamıştır (Tablo-Ek.2.1)

Ankete katılan 69 kişiden 47'si (%61) şirketleri dışında kalite eğitimi aldıklarını belirtmiştir (bkz. Tablo-6.3.13). Şirketler, çalışanlarına daha çok şirket içinde kalite eğitimi sağlamaktadırlar.

Tablo-6.3.13. Şirket Dışı Kalite Eğitimi Alma Durumu

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	Evet	47	61,0
	Hayır	22	28,6
	Toplam	69	89,6
Cevapsız		8	10,4
Toplam		77	100,0

Tablo-6.3.14. Şirket Dışı Kalite Eğitimi Sıklığı

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	4-8 haftada bir	2	2,6	4,9
	9-12 haftada bir	3	3,9	12,2
	13-16 haftada bir	3	3,9	19,5
	Yılda 2 kere	10	13,0	43,9
	Yılda 2 kereden az	23	29,9	100,0
Cevapsız		36	46,8	
Toplam		77	100,0	

Tablo-6.3.14'de görüldüğü gibi bu soruyu yanıtlayanların %29,9'u yılda 2 kereden daha az; %13'ü yılda 2 kere; %3,9'u 9-12 haftada bir; %3,9'u 13-16 haftada bir ve %2,6'sı 4-8 haftada bir şirketleri dışında kalite eğitimi aldıklarını belirtmişlerdir.

Tablo-6.3.15. Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimlerinin Dağılımı

Eğitim İçeriği	Frekans	Yüzde %
Temel Araçlar		
Histogram	18	9,6
Normal Olasılık Grafikleri	7	3,7
Pareto Diyagramı	17	9,1
Neden-Sonuç Diyagramı	16	8,6
Dağılım Diyagramı	14	7,5
Kontrol Çizelgesi	11	5,9
Gruplandırma	10	5,3
Kontrol Kartları	11	5,9
Diğer	17	9,1
Temel Araçlar Toplamı	121	64,7
İleri Araçlar		
Deney Tasarımı	2	1,1
Proses/Makine Yeterliliği	12	6,4
FMEA	11	5,9
Kabul Örnekleme	4	2,1
QFD	1	0,5
İleri Araçlar Toplamı	30	16
ISO 9000	36	19,3
Toplam	187	100,0

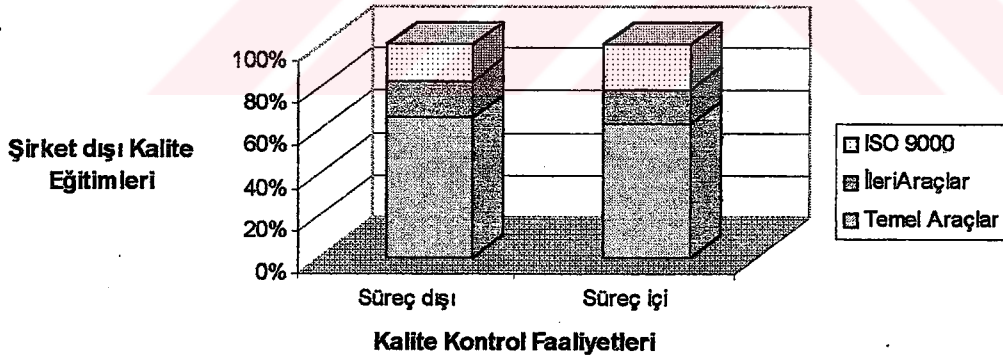
Tablo-6.3.15'den görülebileceği gibi 49 kişiden alınan yanıtlara göre şirket içinde %64,7 oranında temel araçlar, %16 oranında ileri kalite araçları ve %19,3 oranında ISO 9000 ile ilgili eğitim verilmektedir. Üzerinde eğitim alınan temel araçların dağılımına bakıldığında, histogram (%9,6); pareto diyagramı (%9,1); neden-sonuç diyagramı (%8,6); dağılım diyagramı (%7,5); kontrol çizelgesi ve kontrol kartları (%5,9); gruplandırma (%5,3); ve normal olasılık grafikleri (%3,7) olarak sıralandığı görülmektedir. Şirket dahilinde üzerinde en çok eğitim alınan ileri kalite aracı %6,4 ile proses/makine yeterliliğidir. Onu %5,9 ile FMEA, %2,1 ile kabul örnekleme ve %1,1 değeri ile deney tasarımı ve %0,5 ile QFD izlemektedir.

Tablo- 6.3.16. Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamına göre Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimleri

Kalite Kontrol Faaliyetleri Kapsamı		Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimleri			
		Temel Araçlar	İleri Araçlar	ISO 9000	Satır Toplamı
Süreç dışı	Frekans	50	13	13	76
	Satır %	65,8	17,1	17,1	40,64
Süreç içi	Frekans	60	16	20	96
	Satır %	62,5	16,7	20,8	51,34
Diğer	Frekans	11	1	3	15
	Satır %	73,3	6,7	20	8,02
Sütun		121	30	36	187
Toplam		64,7	16	19,3	100,00

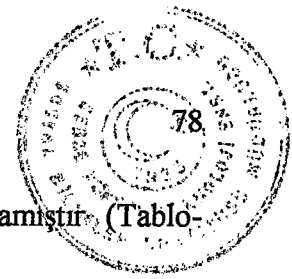
39 şirket çalışanından alınan yanıtlara göre, kalite kontrol faaliyetlerini üretim öncesinde yürüten firmalardan yaklaşık %66'sı temel araçlarla ilgili, %17,1'i ileri araçlarla ilgili, ve ISO 9000 ile ilgili şirket dışı eğitim vermektedirler.

Kalite kontrol faaliyetlerini üretim-servis arasında sürdüren firmalarda şirket dışında verilen eğitimlerin, %62,5'i temel araçlar, %16,7'si ileri araçlar, ve yaklaşık % 21'i ISO 9000 eğitimlerinden oluşmaktadır (bkz. Şekil-6.3.2).



Şekil- 6.3.2. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Alınan Şirket Dışı Kalite Eğitimleri

Süreç dışı kalite kontrol yapan şirketlerin şirket dışında ileri kalite teknikleri konusunda eğitim alma oranları hayli düşüktür. Süreç dışında kalite kontrol faaliyetlerini yürüten firmaların oranı %32 iken, bu konuda eğitim alanlar %17'de kalmıştır. Şirketlerde yürütülen kalite kontrol faaliyetleri ile şirket dışında verilen eğitim türü



arasında bir korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır, ancak bulunamamıştır. (Tablo-Ek.2.2).

6.3.2.3. İleri Kalite Tekniklerinin Uygulanma Düzeyi ile İlgili Bulgular

Anketin bu bölümünde yöneltilen sorularla, şirketlerde ileri kalite tekniklerinin uygulanma düzeyi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu anlamda, ürün ya da proses kalitesini kötü yönde etkileyen değişkenlerin, hatalı üretimin nedenlerinin belirlenmesi için ileri kalite tekniklerinin kullanılma oranı incelenmiştir. Ayrıca, tekniklerin kullanıldığı proje sayısı ve bunların başarı düzeyi öğrenilmeye çalışılmıştır.

Tablo- 6.3.17. Ürün/Süreç Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesine Yönelik Faaliyetlerin Dağılımı

Ürün/Süreç Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesine Yönelik Faaliyetler	Frekans	Yüzde %
Temel Araçlar		
Kontrol Çizelgesi	50	18,3
Pareto Diyagramı	49	18
Neden-Sonuç Diyagramı	43	15,8
Kontrol Kartları	29	10,6
Normal Olasılık Grafikleri	4	1,5
Dağılım Diyagramı	20	7,3
Gruplandırma	27	9,9
Diğer	3	1,1
Temel Araçlar Toplamı	225	82,4
İleri Araçlar		
Deney Tasarımı	17	6,2
FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)	20	7,3
İleri Araçlar Toplamı	37	13,6
Hiçbir şey yapılmıyor	11	4
Toplam	273	100,0

Tablo-6.3.17’de görüldüğü gibi 72 kişinin verdiği yanıtlara göre, ürün/proses kalitesini kötü yönde etkileyen değişkenlerin belirlenmesi için şirketlerin %83,3’ü temel araçları, yaklaşık %13’ü ileri araçları kullanmakta olup, %4’ü ise bu konuda herhangi bir şey yapmamaktadır.



Tablo- 6.3.18 Hatalı Üretim Nedenlerinin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmaların Dağılımı

Hatalı Üretim Nedenlerinin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalar	Frekans	Yüzde %
Kontrol Kartları	43	22,5
Pareto Diyagramı	44	23,0
Neden-Sonuç Diyagramı	42	22,0
Gruplandırma	26	13,6
Dağılım Diyagramı	17	8,9
Tasarlanmış Deneyler	15	7,9
Diğer	4	2,1
Toplam	191	100,0

Hatalı üretimin nedenlerini belirlemek için şirketlerin %22,5'inde kontrol kartları; %23'ünde pareto diyagramı; %22'sinde neden-sonuç diyagramı, %13,6'sında gruplandırma; %8,9'unda dağılım diyagramı, ve %7,9'unda tasarlanmış deneyler kullanılmaktadır. Yüzde değerlerinden de görülebileceği gibi deney tasarımının (%7,9) diğer temel araçlara (%90) göre kullanım oranı bir hayli düşüktür.

Tablo-6.3.19. Birimde Yürütülen Proje Sayısı

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	1-10	26	33,8
	11-20	11	14,3
	21-30	4	5,2
	+31	6	7,8
	Toplam	47	61,0
Cevapsız		30	39,0
Toplam		77	100,0

47 kişiden alınan yanıtlara göre, söz konusu şirketlerin %33,8'i yılda 1-10 proje yürütmektedir; %14,3'ü yılda 11-20; % 5,2'si yılda 21-30; ve %7,8'i yılda en az 31 proje yürütmektedir (bkz. Tablo-6.3.19). Yürütülen proje sayısının düşük olması, şirketlerin daha çok rutin işlerle ilgilendirdiklerini göstermektedir.

Tablo- 6.3.20. İleri Kalite Tekniklerinin Kullanılma Oranı

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	%100'ünde	7	9,1
	%50'sinde	11	14,3
	%25'inde	8	10,4
	%25'den az	15	19,5
	Toplam	41	53,2
	Cevapsız	36	46,8
	Toplam	77	100,0

41 çalışandan alınan yanıtı göre projelerinin tamamında ileri kalite tekniği kullananlar %9,1; %50'sinde kullananların oranı %14,3; %25'inde kullananların oranı %10,4; %25'inden az kullananların oranı %19,5'tir.

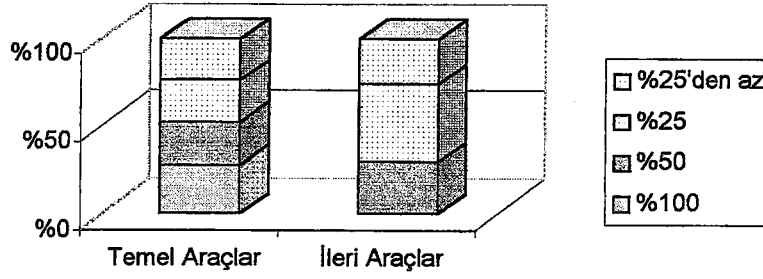
Buradan, firmalarda ileri kalite teknikleri ile ilgili eğitim verilse de, bu tekniklerin çok kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Bunu sorgulamak için ileri kalite araçları ile ilgili eğitim aldıklarını belirten firmalarda bu araçların kullanılma oranı aşağıdaki çapraz tabloda incelenmiştir (Tablo-6.3.21).

İleri kalite araçları eğitimi alan firmaların %40'ı projelerinin dörtte birinde, %30'u yarısında, ve yine %30'u %25'inden daha azında bu araçları kullanmaktadır.

Tablo- 6.3.21. Şirket İçi Alınan Kalite Eğitim Türüne göre İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı

	İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı				
Şirket içi alınan kalite eğitimleri	%100	%50	%25	%25'den az	Satır toplamı
Temel Araçlar	12	30	26	33	101
	11,9	29,7	25,7	32,7	69,7
İleri Araçlar	0	3	4	3	10
	0	30,0	40,0	30,0	6,9
ISO 9000	3	10	8	13	34
	8,8	29,4	23,5	38,2	23,4
Sütun	15	43	38	49	145
Toplam	10,3	29,7	26,2	33,8	100,0

Şekil-6.3.3'den de görülebileceği gibi, ileri kalite araçlarının kullanımı, bu konuda eğitim alan şirketlerde dahi düşüktür.



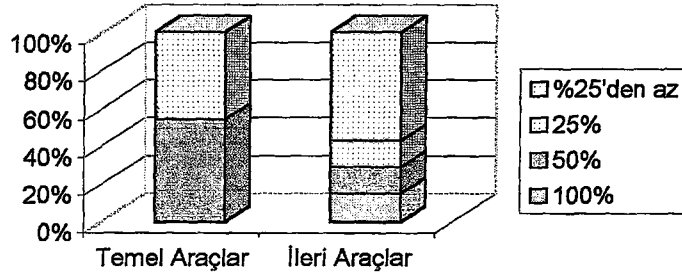
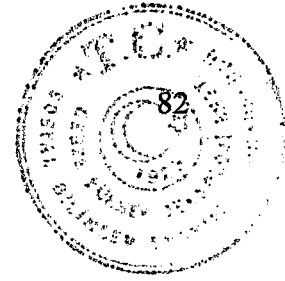
Şekil- 6.3.3 Şirket İçi Alınan Kalite Eğitime göre İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı

Benzer şekilde şirket dışında alınan kalite eğitimi türüne göre ileri kalite araçlarının kullanımı aşağıdaki çapraz tabloda incelenmiştir. Bu eğitimleri şirket dışında alan firmaların bu araçları kullanım oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. İleri kalite araçları konusunda şirket dışında eğitim alan firmaların %57'si projelerinin dörtte birinden daha azında, %14,3'ü dörtte birinde ve yarısında, ve tümünde bu araçları kullanmaktadır (Tablo-6.3.22).

Tablo- 6.3.22. Şirket Dışında Alınan Kalite Eğitim Türüne göre İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı

Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimleri	İleri Kalite Araçlarının Kullanılma Oranı				Satır toplamı
	%100	%50	%25	%25'den az	
Temel Araçlar	0	20	0	17	37
	0	54,1	0,0	45,9	60,7
İleri Araçlar	1	1	1	4	7
	14,3	14,3	14,3	57,1	11,5
ISO 9000	2	3	5	7	17
	11,8	17,6	29,4	41,2	27,9
Sütun Toplam	3	24	6	28	61
	4,9	39,3	9,8	45,9	

Bir önceki bulguya benzer şekilde, eğitimlerini şirket dışında alan şirketlerden pek azı ileri kalite araçlarını kullanmaktadır (Şekil-6.3.4).



Şekil- 6.3.4. Şirket dışı alınan kalite eğitime göre ileri kalite araçlarının kullanılma oranı

Tablo- 6.3.23. İleri Kalite Teknikleri Uygulanan Yıllık Proje Sayısı

		Frekans	Yüzde %
Geçerli	1-5	21	27,3
	6-15	11	14,3
	16-30	1	1,3
	31+	5	6,5
	Toplam	38	49,4
Cevapsız		39	50,6
Toplam		77	100,0

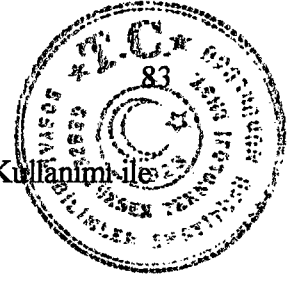
38 kişinin yanıtladığı bu sorudan alınan yanıtlara göre; şirketlerin %37,3'ü yılda 1-5 projede; %14,3'ü 6-15 projede; %6,5'i en az 31 projede, %1,3'ü 16-30 projede ileri kalite tekniklerini uyguladıklarını belirtmişlerdir.

Tablo- 6.3.24. Başarılı Yıllık Proje Sayısı

		Frekans	Yüzde %
Geçerli	1-5	21	27,3
	6-15	11	14,3
	16-30	1	1,3
	31+	5	6,5
	Toplam	38	49,4
Cevapsız		39	50,6
Toplam		77	100,0

38 kişinin yanıtladığı bu sorudan alınan yanıtlara göre; şirketlerin %37,3'ü yılda 1-5 projede; %14,3'ü 6-15 projede; %6,5'i en az 31 projede, %1,3'ü 16-30 projede ileri kalite tekniklerini uyguladıklarını belirtmişlerdir.

Tablo-6.3.23 ve Tablo-6.3.24 karşılaştırıldığında ankete katılan şirketlerde ileri kalite tekniklerinin uygulandığı projelerin tamamının başarılı olduğu görülmektedir.



Tablo- 6.3.25. Çalışanların Şirketlerinde Deney Tasarımının Etkin Olarak Kullanımı ile İlgili Görüşleri

		Frekans	Yüzde %
Geçerli	Evet	11	14,3
	Hayır	23	29,9
	Toplam	34	44,2
Cevapsız		43	55,8
Toplam		77	100,0

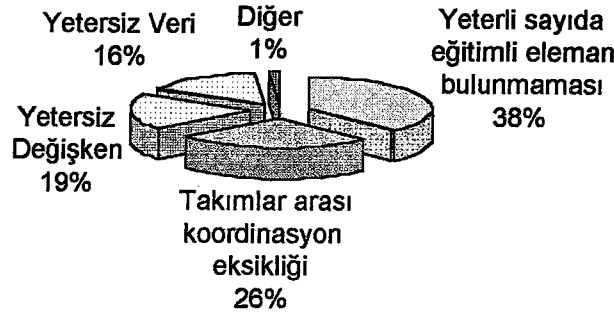
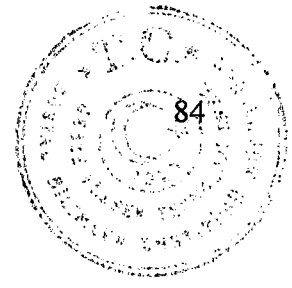
Tablo-6.3.25'den görüldüğü gibi şirket çalışanlarına firmalarında deney tasarımının etkin olarak kullanılıp kullanılmadığı sorulduğunda 34 kişiden 11'i (%14,3) etkin olarak kullanıldığını, 23'ü (%29,9) ise kullanılmadığını belirtmişlerdir.

Tablo- 6.3.26. Deney Tasarımının Etkin Kullanılmama Nedenleri

Deney Tasarımının Etkin Kullanılmama Nedenleri	Toplam Puan	Yüzde %
Yeterli sayıda eğitimli eleman bulunmaması	145	38,2
Takımlar arası koordinasyon eksikliği	98	25,8
Yetersiz Değişken	71	18,7
Yetersiz Veri	61	16,1
Diğer	5	1,3
Toplam	380	

Çalışanlardan deney tasarımının yeterince etkin kullanılmama nedenlerini önem derecelerine göre sıralamaları istenilmiştir. Bu kişilere göre en önemli neden % 38,2 değeri ile yeterli sayıda eğitimli eleman bulunmamasıdır. Onu %25,8 değeri ile takımların uygulamayı gerçekleştirecek kadar koordinasyon içinde çalışmaması izlemektedir. Bir diğer önemli neden %18,7 ile proseslerinde bu aracın kullanılmasını gerektirecek kadar çok değişken olmaması; ve %16,1 değeri ile yeterli veri olmamasıdır.

Şirket içi ve şirket dışı kalite eğitimlerinin dağılımına bakıldığında (Tablo-6.3.11 ve 6.3.15) ileri kalite araçları ile ilgili eğitimlerin yüzde değerlerinin sırasıyla %17 ve %16 olduğu görülmektedir. Bir anlamda, ankete katılanlar bu konuda yeterince eğitim almadıklarını açıkça belirtmişlerdir (Şekil-6.3.5).



Şekil- 6.3.5. Deney Tasarımının Etkin Kullanılmama Nedenleri

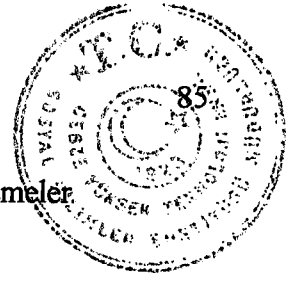
6.3.2.4. İleri Kalite Araçlarını Uygulamakla Elde Edilen Gelişmeler ile İlgili Bulgular

Anketin bu bölümünde çalışanlara ileri kalite tekniklerini uygulamakla elde ettikleri gelişmeler sorulmuştur. Ayrıca, bazı çapraz tablolarla gerçekte yürütülen kalite faaliyetlerine göre elde edilen gelişmeler incelenmiştir. Daha sonra alınan eğitimle bu gelişmeler arasında bir korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır.

Tablo- 6.3.27. İleri Kalite Araçlarını Uygulamakla Elde Edilen Gelişmeler

Elde Edilen Gelişmeler	Frekans	Yüzde %
Proje Liderliği	8	6,2
Parasal Getiri	6	4,6
Ürün Kalitesinde İyileşme	34	26,2
Proses Kalitesinde İyileşme	28	21,5
Zaman Kazancı	28	21,5
Maliyet Kazancı	26	20,0
Toplam	130	100,0

İleri kalite araçlarını kullanan şirketlerin %26,2'sinde ürün kalitesinde iyileşme; %21,5'inde proses kalitesinde iyileşme; yine %21,5'ine zaman kazancı; %20'sinde maliyet kazancı gibi gelişmeler sağlanmıştır. Bu şirketlerdeki çalışanların %6,2'si bireysel olarak proje liderliği, %4,6'sı bireysel olarak parasal getiri sağlamışlardır (bkz. Tablo- 6.3.27).



Tablo-6.3.28. Teknikleri Uygulamakla Elde Edilen Diğer Gelişmeler

Diğer Gelişmeler	Frekans	Yüzde %
Takım Çalışması	1	10,0
Fiziksel Şartların İyileşmesi	3	30,0
Motivasyon	2	20,0
İşgücü Kalitesi	1	10,0
Kalite Bilinci	1	10,0
Yeni Ürün Geliştirme	1	10,0
Hataların Azalması	1	10,0
Toplam	10	100,0

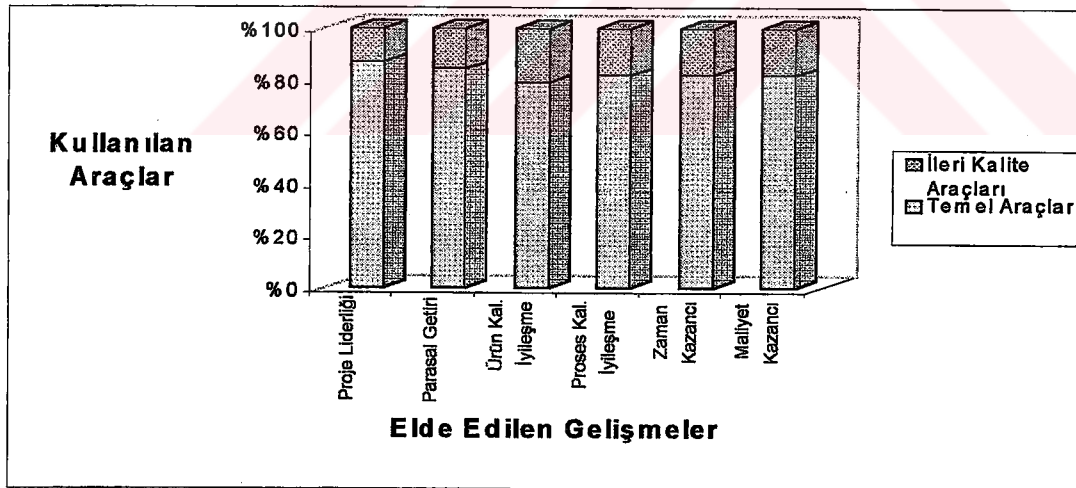
Çalışanlara ileri kalite tekniklerinin projelerinde uygulanmasıyla elde ettikleri diğer gelişmeler sorulduğunda 9 kişi yanıt vermiştir. Bu kişilerin %30'u fiziksel şartların iyileştiğini; %20'si motivasyonun arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, %10 oranı ile takım çalışması, işgücü kalitesi, kalite bilinci, yeni ürün geliştirme ve hataların azalması hususlarında gelişme sağlanmıştır (Tablo- 6.3.28).

Aşağıdaki çapraz tabloda ürün ya da proses kalitesini kötü yönde etkileyen değişkenlerin bulunması için yapılan çalışmalara göre elde edilen gelişmelerin dağılımı incelenmiştir (Tablo-6.3.29). Elde edilen bulgulara bakıldığında tüm gelişmeler temel araçların kullanıldığı şirketlerde çok daha fazladır (Şekil-6.3.6.). Aslında katılımcılara şirketlerinde ileri kalite araçlarını kullanırken elde ettikleri gelişmeler sorulmuştur. Bu çapraz tablodan söz konusu gelişmelerin temel araçların kullanılması ile elde edildiğinin görülmesi, şirketlerin bu konudaki bilinçsizliğini göstermektedir.



Tablo- 6.3.29. Ürün/Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Gelişmeler

		Ürün/Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalar		
Elde Edilen Gelişmeler		Temel Araçlar	İleri Kalite Araçları	Satır Toplamı
Proje Liderliği	Frekans	34	5	39
	Satır %	87,1	12,8	6,6
Parasal Getiri	Frekans	32	6	38
	Satır %	84,4	15,8	6,4
Ürün Kal. İyileşme	Frekans	106	28	134
	Satır %	79,2	20,9	22,5
Proses Kal. İyileşme	Frekans	105	23	128
	Satır %	82	18	21,5
Zaman Kazancı	Frekans	110	24	134
	Satır %	82,1	17,9	22,5
Maliyet Kazancı	Frekans	100	22	122
	Satır %	82	18	20,5
Sütun		487	108	595
Toplam		81,8	18,1	100,0

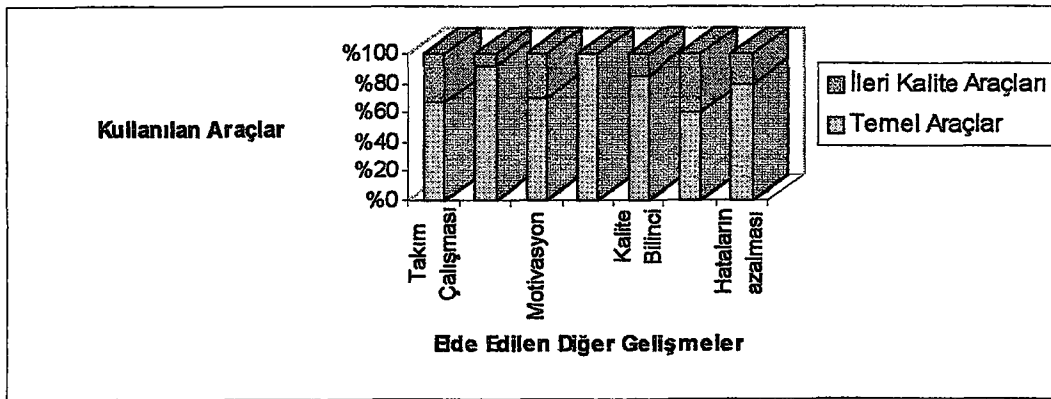


Şekil-6.3.6 Ürün / Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Gelişmeler

Tablo-6.3.30. Ürün / Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalara göre Elde Edilen Diğer Gelişmeler

		Ürün/Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalar		
Elde Edilen Diğer Gelişmeler		Temel Araçlar	İleri Kalite Araçları	Satır Toplamı
Takım Çalışması	Frekans	2	1	3
	Satır %	66,6	33,3	6,1
Fiziksel Ortamda İyileşme	Frekans	12	1	13
	Satır %	92,4	7,7	26,5
Motivasyon	Frekans	7	3	10
	Satır %	70	30	20,4
İşgören Eğitim Düzeyi	Frekans	6	0	6
	Satır %	100	0	12,2
Kalite Bilinci	Frekans	6	1	7
	Satır %	85,8	14,3	14,3
Yeni Ürün Geliştirme	Frekans	3	2	5
	Satır %	60	40	10,2
Hataların azalması	Frekans	4	1	5
	Satır %	80	20	10,2
Sütun		40	9	49
Toplam		81,7	18,3	100,0

Bu çapraz tablo ile ürün / proses kalitesini kötü yönde etkileyen değişkenleri belirlemek için yapılan çalışmalara göre elde edilen gelişmelerin dağılımı incelenmiştir. Şekil- 6.3.7'den görülebileceği gibi temel araçlarla elde edilen gelişmeler ileri kalite araçları ile elde edilen gelişmelere göre çok yüksektir. Buradan da ileri kalite araçlarının şirketlerde yeterince ve etkin bir şekilde kullanılmadığını göstermektedir.



Şekil-6.3.7. Ürün / Proses Kalitesini Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Diğer Gelişmeler



Tablo- 6.3.31. Hatalı Üretim Nedenlerini Belirlemek için Yapılan Çalışmalara göre Elde Edilen Gelişmeler

Elde Edilen Gelişmeler		Hatalı Üretim Nedenlerini Belirlemek için Yapılan Çalışmalar		
		Temel Araçlar	İleri Kalite Araçları	Satır Toplamı
Proje Liderliği	Frekans	19	3	22
	Satır %	86,4	13,6	6,0
Parasal Getiri	Frekans	20	2	22
	Satır %	90,9	9,1	6,0
Ürün Kal. İyileşme	Frekans	78	6	84
	Satır %	92,8	7,2	22,8
Proses Kal. İyileşme	Frekans	73	6	79
	Satır %	92,5	7,6	21,5
Zaman Kazancı	Frekans	79	6	85
	Satır %	92,9	7,1	23,1
Maliyet Kazancı	Frekans	71	5	76
	Satır %	93,4	6,6	20,7
Sütun		340	28	368
Toplam		92,4	7,6	100,0

Hatalı üretimin nedenlerinin belirlemek için yapılan çalışmalara göre ileri kalite araçlarını kullanmakla elde edilen gelişmelerin dağılımına bakıldığında şirketlerin, bu gelişmelerin büyük çoğunluğunu temel araçları kullanmakla sağladığı görülmektedir. (Tablo- 6.3.31).

6.3.2.5. Alınan Eğitimin Sağladığı Yararlar ile İlgili Bulgular

Anket çalışmasıyla bulunmaya çalışılan bir diğer husus şirketin çalışanlarına verdiği ileri kalite teknikleri ile ilgili eğitimle sağlanan yararların ölçülmesi idi. Bunun için bu teknikleri uygulamakla elde edilen gelişmeler ile alınan eğitim türü arasında bir korelasyon aranmıştır.

Alınan eğitim türü ile zaman kazancı arasında korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır ve olmadığı görülmüştür (Tablo-Ek.2.3).

Alınan eğitim türü ile maliyet kazancı arasında korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır ve olmadığı görülmüştür (Tablo-Ek.2.4).



Tablo-Ek.2.5’de alınan eğitim türü ile çalışanların ileri kalite teknikleri kullanmakla elde ettiklerini belirttikleri proses kalitesinde iyileşme arasında bir ilişki olup olmadığı aranmış, ancak olmadığı görülmüştür.

Benzer şekilde Tablo-Ek.2.6’da alınan eğitim türü ile çalışanların ileri kalite teknikleri kullanmakla elde ettiklerini belirttikleri ürün kalitesinde iyileşme arasında bir ilişki olup olmadığı aranmış, ancak olmadığı görülmüştür.

Alınan eğitim türü ile sağlanan gelişmeler arasında bir korelasyon olmadığı görülmektedir. Bir başka deyişle, şirketler aldıkları eğitimden yeterince yararlanamamaktadırlar. Aldıkları eğitimi uygulamaya koymakta etkin değildirler.



6.4. Yöneticilere Yöneltilen Bilgi Formu ile Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi

Anket yapılan şirketlerdeki yöneticilerle yapılan görüşme sırasında doldurulan bilgi formları aracılığı ile şirketlerle ilgili genel bilgilerin öğrenilmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda, şirketin yer aldığı sektör; yürütülen kalite faaliyetleri; kalite eğitimlerinin verildiği departmanlar; kalite eğitimi maliyetleri; şirketin kalite sertifikası olup olmadığı gibi bilgilerin yanı sıra, kalite sertifikası almanın ve ileri kalite tekniklerinin sağladığı gelişmeler öğrenilmeye çalışılmıştır.

6.4.1. Araştırmaya Katılan Yöneticilerin Özellikleri ile İlgili Bulgular

Anket çalışması yürütülen firmaların yöneticileri ile yapılan görüşmelerde yöneticisi oldukları birim, deneyimleri, eğitim durumları ve meslekleri ile ilgili genel bilgiler alınmıştır. Bu bilgiler aşağıdaki tablolarda sırasıyla verilmektedir.

Tablo-6.4.1. Yöneticisi Olunan Birim

		Frekans	Yüzde %
Geçerli	Üretim	9	24,3
	Ar-Ge	1	2,7
	Kalite Kont.	2	5,4
	Kalite Güv.	17	45,9
	Ürün Geliş.	3	8,1
	Diğer	5	13,5
	Toplam	37	100,0

Anket yapılan şirketlerin yöneticilerinin görev yerlerinin dağılımına bakıldığında % 45,9' unun Kalite Güvence, % 24,3'ünün Üretim, % 8,1'inin Ürün Geliştirme, % 5,4'ünün Kalite Kontrol, % 2,7'sinin Ar-Ge birimlerinde yöneticilik yaptıkları görülmektedir.

Tablo-6.4.2. Çalışma Süresi

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	1-3 Yıl	15	40,5	40,5
	3-5 Yıl	4	10,8	51,4
	+5 Yıl	18	48,6	100,0
	Toplam	37	100,0	

Anket yapılan şirketlerde görüşülen yöneticilerden % 40,5'i 1-3 yıldır, % 10,8'i 3-5 yıldır, %48,6'sı 5 yıldan fazla bir zamandır şu anki şirketlerinde yöneticilik yapmaktadırlar.

Tablo- 6.4.3. Eğitim Durumu

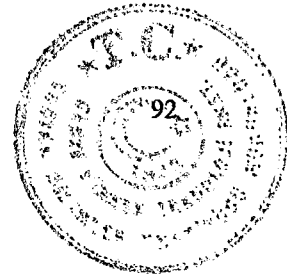
	Frekans	Yüzde Değeri
Lisans	22	59,5
Yüksek Lisans	13	35,1
Doktora	1	2,7
Toplam	36	97,3
Cevapsız	1	2,7
Toplam	37	100,0

Tablo-6.4.3'den görülebileceği gibi 36 yöneticinin 22'sinin üniversite mezunudur. Geriye kalanlardan 13'ü yüksek lisans derecesi, 1'i ise doktora derecesi almış olduğunu belirtmiştir.

Tablo-6.4.4. Meslek

	Frekans	Yüzde değeri
Elek.-Elekt Müh.	5	13,5
Kimya Müh.	10	27,0
End. Müh.	3	8,1
Makine Müh.	13	35,1
İşletmeci	2	5,4
Diğer	4	10,8
Toplam	37	100,0

Yöneticilerin mesleki dağılımlarına bakıldığında % 35,1'inin Makine Mühendisi, % 27'sinin Kimya Mühendisi, % 13,5'inin Elektrik-Elektronik Mühendisi, % 8,1'inin Endüstri Mühendisi ve % 5,4'ünün İşletmeci olduğu görülmektedir. Anket yöneltilen firmalardaki yöneticiler daha çok mühendislik eğitimi almıştır.



6.4.2. Araştırmaya Katılan Firmalara Ait Bulgular

Anket yapılan firmalarla ilgili genel bilgiler elde etmek için yöneltilen sorulardan alınan yanıtlara göre şirketlerin yer aldığı sektör, faaliyet süresi gibi bilgiler alınmıştır. Bu bilgiler aşağıdaki tablolarda sırasıyla yer almaktadır.

Tablo- 6.4.5. Ankete Katılan Şirketlerin Sektörlere göre Dağılımı

	Frekans	Yüzde %
Kimya	5	13,5
Beyaz Eşya	2	5,4
Otomotiv	4	10,8
Gıda	1	2,7
Otomotiv Yan San.	7	18,9
Diğer	18	48,6
Toplam	37	100,0

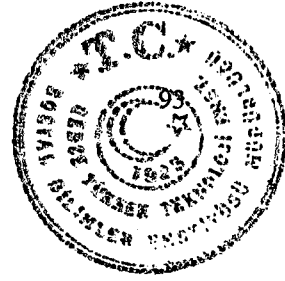
Ankete katılan şirketlerin içinde bulundukları sektörlerin dağılımına bakıldığında % 18,9'unun otomotiv yan sanayiinde, % 13,5'inin kimya, % 10,8'inin otomotiv, % 5,4'ünün beyaz eşya sektöründe olduğu görülmektedir (Tablo-6.4.5).

Tablo-6.4.6. Şirketin Faaliyet Süresi

	Frekans	Yüzde değeri	Kümülatif Yüzde değeri
1-3 Yıl	1	2,7	2,7
4-6 Yıl	1	2,7	5,4
7-9 Yıl	1	2,7	8,1
+10 Yıl	34	91,9	100,0
Toplam	37	100,0	

Ankete katılan şirketlerin yaklaşık % 92'si en az 10 yıldır faaliyet göstermektedir. Geriye kalanlardan 1-3; 4-6 ve 7-9 yıllık faaliyet süreleri olan şirketler kendi aralarında eşit dağılmışlardır (Tablo-6.4.6).

Ankete katılan 37 şirketten 36'sında Kalite Güvence bölümü varken, 32'sinde Kalite Kontrol, 23'ünde Ürün Geliştirme, 18'inde Ar-Ge, 15'inde Proje Geliştirme ve 5'inde Proses Geliştirme birimleri vardır (Tablo-6.4.7).



Tablo-6.4.7. Şirkette Bulunan Birimler

Birim Adı	Frekans	Yüzde değeri
Kalite Kontrol	32	24,8
Ürün Geliştirme	23	17,8
Kalite Güvence	36	27,9
Proje Geliştirme	15	11,6
Ar-Ge	18	14,0
Proses Geliştirme	5	3,9
Toplam	129	100,0

6.4.2.1. Şirketlerdeki Kalite ile İlgili Faaliyetlerin Kapsamı

Bilgi formu aracılığı ile yöneticilere, şirketlerin kalite anlayışlarını öğrenebilmek amacı ile yürütülen kalite kontrol, kalite güvence faaliyetleri sorulmuştur. Şirketlerin bulundukları sektörlere göre bu faaliyetlerin dağılımı çeşitli çapraz tablolar yardımı ile incelenmiştir.

Tablo-6.4.8. Yürütülen Kalite Kontrol Faaliyetleri

Yürütülen Kalite Kontrol Faaliyet Türü	Frekans	Yüzde değeri
Süreç dışı	20	40,0
Süreç içi	29	58,0
Diğer	1	2,0
Toplam	50	100,0

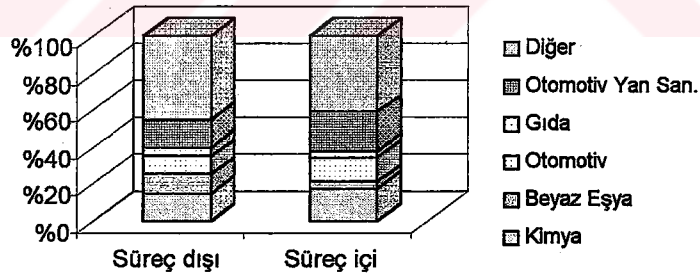
Tablo-6.4.8'den 36 kişinin bu soruya verdiği yanıtlardan, ankete katılan şirketlerin % 40'ında kalite kontrol faaliyetleri süreç dışında (üretim öncesi) sürdürülürken, % 58'inde bu faaliyetlerin süreç içinde (üretim-servis arası) sürdürüldüğü görülmüştür.

Kişisel ankette de aynı şekilde sorulan bu sorudan alınan yanıtlara göre bu oranlar süreç dışı ve süreç içi faaliyetler için sırasıyla %32 ve %60'dır (Tablo-6.3.6). Kontrol amaçlı sorulan bu sorudan, şirketlerindeki kalite faaliyetleri ile ilgili olarak çalışan ve yöneticilerin aynı bilinç düzeyinde olmadıkları görülmektedir.

Tablo-6.4.9. Şirketlerin Yer Aldığı Sektöre göre Kalite Kontrol Faaliyetleri

Kalite Kontrol Faaliyetleri					
Şirketin Yer Aldığı Sektör		Süreç Dışı	Süreç İçi	Diğer	Satır Toplamı
Kimya	Frekans	3	5	0	8
	Sütun %	15,0	17,2	0,0	
Beyaz Eşya	Frekans	2	1	1	4
	Sütun %	10,0	3,4	100,0	
Otomotiv	Frekans	2	4	0	6
	Sütun %	10,0	13,8	0,0	
Gıda	Frekans	1	1	0	2
	Sütun %	5,0	3,4	0,0	
Otomotiv Yan San.	Frekans	3	6	0	9
	Sütun %	15,0	20,7	0,0	
Diğer	Frekans	9	12	0	21
	Sütun %	45,0	41,4	0,0	
Sütun		20	29	1	50
Toplam		40,0	58,0	2,0	100,0

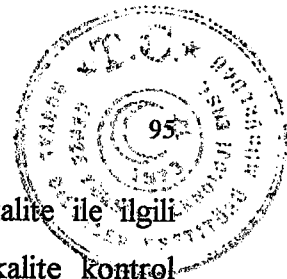
Tablo 6.4.9'dan görüldüğü gibi kalite kontrol faaliyetlerini süreç dışında sürdüren şirketlerin sektörlere göre dağılımına bakıldığında, %15'inin kimya, otomotiv yan sanayii; %10'unun beyaz eşya ve otomotiv ve %5 değeri ile gıda sektörü olduğu görülmektedir (Şekil-6.4.1).



Şekil- 6.4.1. Şirketlerin yer aldığı Sektöre göre Kalite Kontrol Faaliyetleri

Tablo-6.4.10. Kalite ile İlgili Yürütülen Faaliyetlerin Düzeyi

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	Kalite Kontrol	7	18,9	19,4
	Kalite Geliştirme	29	78,4	100,0
	Toplam	36	97,3	
Cevapsız		1	2,7	
Toplam		37	100,0	



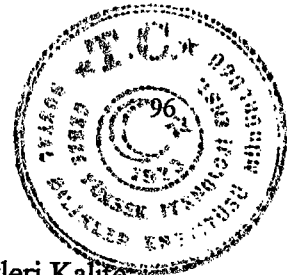
Yöneticilerden alınan bilgilere göre şirketlerin, % 78.4'ünde kalite ile ilgili yapılan çalışmalar kalite geliştirme düzeyinde olup, % 18.9'unda kalite kontrol düzeyindedir. Buradan ankete katılan şirketlerin çoğunluğunun halen geleneksel kalite anlayışını sürdürdükleri görülmektedir.

Tablo-6.4.11. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler

Faaliyet Adı	Frekans
Girdi-Proses-Son Ürün Kal. Kont.	35
İPK	27
Deney Tasarımı	11
Diğer	5
Toplam	78

36 şirket yöneticisinin yanıtladığı bu soruda, 35 yöneticinin şirketinde, kaliteyi güvence altına almak için girdilerin, proseslerin ve bitmiş ürünlerin kalite karakteristiklerinin kontrolünün yapıldığı, 27'sinin şirketinde İstatistiksel Proses Kontrol ve 11'inin şirketinde deneysel tasarım tekniği uygulandığı belirlenmiştir. Şirketlerin büyük çoğunluğu ürün fiziksel olarak meydana geldikten sonra ürünün kalitesini denetlemektedir.

Şirketlerin yer aldığı sektörlere göre yürüttükleri kalite güvencesini sağlamak için yapılan çalışmaları incelemek için yapılan bu çapraz tablodan şu sonuçlar çıkarılmıştır. Girdi-proses-son ürün kalite kontrolü uygulayan firmaların %20'si otomotiv yan sanayi, %14,3'ü kimya, %11,4'ü otomotiv, %5,7's, beyaz eşya ve %2,9'u gıda sektöründe yer almaktadır. İPK uygulanan sektörler sırasıyla; otomotiv yan sanayi (%22,2), otomotiv (%14,8), kimya (%14,8) ve beyaz eşya (%7,4) sektörleridir. Alınan yanıtlara göre deney tasarımı uygulanan sektörler beyaz eşya (%18,2), otomotiv yan sanayi (%18,2), ve kimya (9,1) sektörleridir (Tablo-6.4.12).



Tablo- 6.4.12. Şirketlerin Yer Aldığı Sektörlere göre Yürüttükleri Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlerin Dağılımı

Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler						
Şirketin Yer Aldığı Sektör		Girdi-Proses-son ürün muayene	İPK	Deney Tasarımı	Diğer	Satır Toplamı
Kimya	Frekans	5	4	1	1	11
	Sütun %	14,3	14,8	9,1	20,0	
Beyaz Eşya	Frekans	2	2	2	1	7
	Sütun %	5,7	7,4	18,2	20,0	
Otomotiv	Frekans	4	4	0	0	8
	Sütun %	11,4	14,8	0,0	0,0	
Gıda	Frekans	1	0	0	0	1
	Sütun %	2,9	0,0	0,0	0,0	
Otomotiv Yan San.	Frekans	7	6	2	2	17
	Sütun %	20,0	22,2	18,2	40,0	
Diğer	Frekans	16	11	6	1	34
	Sütun %	45,7	40,7	54,5	20,0	
Sütun		35	27	11	5	78
Toplam		44,9	34,6	14,1	6,4	100,0

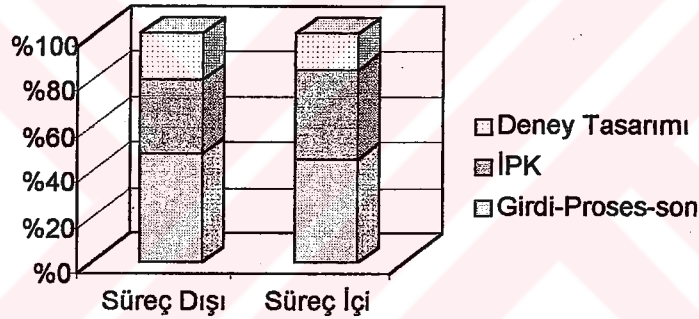
Şirketlerde yürütülen kalite kontrol faaliyetlerine göre kalite güvencesi sağlamak için yapılan çalışmalar incelendiğinde, 36 yöneticinin yanıtlarıyla Tablo-6.4.13' deki sonuçlar elde edilmiştir.

Kalite kontrol faaliyetleri süreç dışında yer alan firmalardan % 45,2'si kaliteyi güvence altına almak için hammaddenin ürüne dönüşene kadar olan süreçte yapılan girdi-proses-son ürün kalite kontrolünü; % 31'i istatistiksel proses kontrolü, % 19'u deney tasarımı yürütmektedir.

Kalite kontrol faaliyetleri süreç içinde (üretim-servis arasında) yer alan firmaların % 42,6'sı girdi-proses-son ürün kalite kontrolü, % 36,8'i İPK, ve % 14,7'si DT yürütmektedir. Genel olarak bakıldığında, kaliteyi güvence altına almak için girdi-proses-son ürün kalite kontrolü, İPK ve DT uygulanma oranları sırasıyla % 43,4, % 34,5 ve % 16,8'dir (Şekil-6.4.2).

Tablo-6.4.13. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Kalite Güvencesi için Yapılan Çalışmalar

		Kalite Güvencesi için Yapılan Çalışmalar				
Kalite Kontrol Faaliyetleri		Girdi-Proses-son ürün muayene	İPK	Deney Tasarımı	Diğer	Satır Toplamı
Süreç Dışı	Frekans	19	13	8	2	42
	Satır %	45,2	31,0	19,0	4,8	37,2
Süreç İçi	Frekans	29	25	10	4	68
	Satır %	42,6	36,8	14,7	5,9	60,2
Diğer	Frekans	1	1	1	0	3
	Satır %	33,3	33,3	33,3	0,0	2,7
Sütun		49	39	19	6	113
Toplam		43,4	34,5	16,8	5,3	100,0



Şekil-6.4.2. Kalite Kontrol Faaliyetlerine göre Kalite Güvencesi için Yapılan Çalışmalar

Kontrol amaçlı sorulan sorulardan görülebileceği gibi, yöneticilerin yanıtlarında tutarsızlıklar vardır. Ya da firmalarında ne yapıldığından haberdar değildirler. Bu da araştırmaya çalıştığımız Türk Sanayii'nin ileri kalite tekniklerine olan ilgisi ve bilgi düzeyi hakkında aydınlatıcı bilgi sağlamaktadır.

6.4.2.2. Şirketlerdeki Kalite Eğitimleri ile İlgili Bulgular

Şirketlerin kalite eğitimine yaklaşımları bazı sorularla araştırılmıştır. Bu sorularla eğitimlerin şirket içinde ve dışında verilme oranları, eğitim verilen departmanlar, çalışanlar, eğitimlere katılma yüzdesi, eğitim içeriği, eğitim sıklığı,

eğitim için ayrılan bütçe öğrenilmeye çalışılmıştır. Daha sonra elde edilen bu bilgilerle şirketlerin yürüttükleri kalite politikaları, yer aldıkları sektörlerle çeşitli ilişkiler aranmıştır.

Tablo-6.4.14. Şirketlerde Kalite Eğitimi Verilme Durumu

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	Evet	34	91,9	94,4
	Hayır	2	5,4	100,0
	Toplam	36	97,3	
Cevapsız		1	2,7	
Toplam		37	100,0	

Görüşülen 37 yöneticinin 34'ü, başka bir deyişle, yaklaşık % 92'si, şirketlerinde kalite eğitimi verildiğini belirtmiştir. Tablo-6.4.14'den de görülebileceği gibi ankete katılan şirketlerde kalite eğitimine önem vermektedir.

Tablo-6.4.15. Kalite Eğitimi Alan Birimlerin Dağılımı

Birim Adı	Frekans
Üretim	29
Ar-Ge	10
Kalite Kontrol	24
Proses Geliştirme	12
Kalite Güvence	32
End. Müh. Böl.	9
Ürün Geliştirme	15
Diğer	8
Toplam	139

35 yöneticiden 32'sinin şirketinde, kalite güvence; 29'unun şirketinde üretim; 24'ünün şirketinde kalite kontrol; 15'inin şirketinde ürün geliştirme; 12'sinin şirketinde proses geliştirme; ve 10'ununkinde Ar-Ge birimlerinin kalite eğitimi aldığı belirlenmiştir (Tablo-6.4.15).

Tablo-6.4.16. Kalite Eğitimi Alan Çalışanların Dağılımı

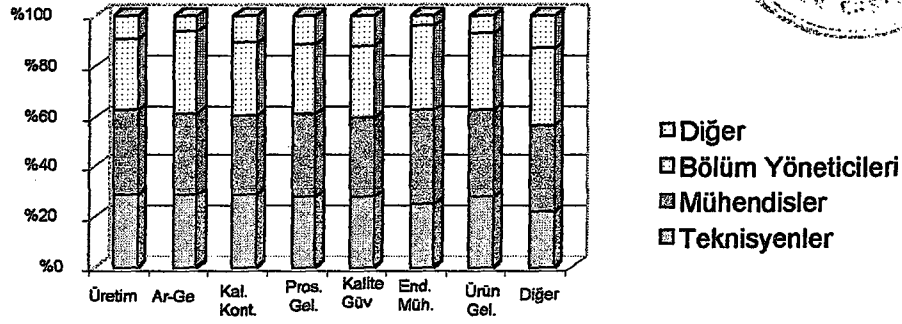
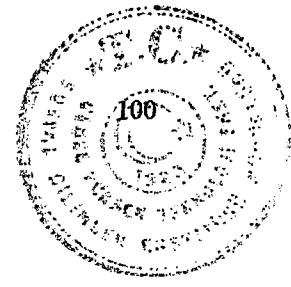
Çalışan Grupları	Frekans	Yüzde değeri
Teknisyenler	28	28,3
Mühendisler	31	31,3
Bölüm Yöneticileri	29	29,3
Diğer	11	11,3
Toplam	99	100,0

Anket yapılan şirketlerde, eğitim alanların % 31,3'ünün mühendisler ve % 29,3'ünün bölüm yöneticileri ve % 28,3'ünün teknisyenler, olduğunu belirtmişlerdir. Anket yapılan şirketlerde kalitenin tüm işletme çalışanlarınca sağlanacağı anlayışının olduğu görülmektedir, şirketler toplam kalite yönetimi felsefesini benimsemişlerdir.

Tablo-6.4.17. Kalite Eğitimi Alan Birimlere göre Eğitim Alan Çalışanların Dağılımı

		Eğitim Alanlar				
Eğitim Alan Birimler		Teknisyenler	Mühendisler	Bölüm Yönet.	Diğer	Satır Toplamı
Üretim	Frekans	25	29	25	8	87
	Satır (%)	28,7	33,3	28,7	9,2	21,2
Ar-Ge	Frekans	9	10	10	2	31
	Satır (%)	29,0	32,3	32,3	6,5	7,6
Kalite Kontrol	Frekans	21	23	21	8	73
	Satır (%)	28,8	31,5	28,8	11,0	17,8
Proses Geliştirme	Frekans	10	12	10	4	36
	Satır (%)	27,8	33,3	27,8	11,1	8,8
Kalite	Frekans	26	29	27	11	93
	Satır (%)	28,0	31,2	29,0	11,8	22,7
End. . Müh.	Frekans	6	9	8	1	24
	Satır (%)	25,0	37,5	33,3	4,2	5,9
Ürün Geliştirme	Frekans	12	15	13	3	43
	Satır (%)	27,9	34,9	30,2	7,0	10,5
Diğer	Frekans	5	8	7	3	23
	Satır (%)	21,7	34,8	30,4	13,0	5,6
Sütun		114	135	121	40	410
Toplam		27,8	32,9	29,5	9,8	100,0

Bu soru için alınan 34 yanıtın değerlendirilmesiyle alınan sonuçlara göre, tüm birimlerde mühendisler en çok kalite eğitimi alan çalışanlar olarak görülmektedir. Üretim, kalite kontrol, proses geliştirme birimlerinde teknisyenler ve yöneticiler aynı oranda, rakamla ifade etmek gerekirse sırasıyla % 28,7, % 28,8 ve % 27,8 oranlarında kalite eğitimi almışlardır (Tablo-6.4.17). Geriye kalan ar-ge, kalite güvence, endüstri mühendisliği, ürün geliştirme birimlerinde teknisyenlerin kalite eğitimi alma oranları söz konusu birim yöneticilerine göre daha düşüktür (Şekil-6.4.3).



Şekil- 6.4.3. Kalite Eğitimi Alan Birimlere göre Eğitim Alan Çalışanların Dağılımı

Tablo-6.4.18. Eğitim Sıklığı

		Frekans	Yüzde Değeri	Kümülatif Yüzde Değeri
Geçerli	4-8 Hafta	4	10,8	12,1
	9-12 Hafta	6	16,2	30,3
	13-16 Hafta	5	13,5	45,5
	Yılda 2	13	35,1	84,8
	Daha az	5	13,5	100,0
	Toplam	33	89,2	
Cevapsız		4	10,8	
Toplam		37	100,0	

Alınan yanıtlara göre; eğitim alanların % 10,8'i 4-8 haftada bir, % 16,2'si 9-12 haftada bir, % 13,5'i 13-16 haftada bir, % 35,1'i yılda iki kere, ve % 13,5'i yılda 2 kereden daha az sıklıkla eğitim almaktadırlar (Tablo-6.4.18).

Tablo-6.4.19'da şirketlerin yer aldıkları sektörlere göre verilen eğitim sıklığı incelenmiştir. Bu soruya yanıt veren 33 yöneticiden alınan yanıtla göre şirketler % 39,4 oranı ile yılda 2 kere eğitim vermektedirler. Bu sıklıkta eğitim veren sektörlerin % 38,5'ini kimya sektörü, % 7,7'sini otomotiv ve yine %7,7'sini otomotiv yan sanayi oluşturmaktadır.

9-12 haftada bir eğitim veren şirketler, tüm şirketlerin % 18,2'sini oluşturmaktadır. Otomotiv yan sanayi şirketlerinin %50'si, beyaz eşya sektörünün %50'si, ve otomotiv sektörünün %33,3'ü bu sıklıkta eğitim vermektedirler.

4-8 haftada bir eğitim veren şirketler tüm şirketlerin %12,1'ini oluşturmaktadır. Bu şirketler kimya, beyaz eşya, otomotiv, otomotiv yan sanayi, gıda sektörleri dışında kalan şirketlerdir.



% 15,2'lik oranla 13-16 haftada bir eğitim veren şirketler %20'si beyaz eşya, yine %20'si otomotiv sektöründendir. Yılda 2 kereden daha az sıklıkta eğitim veren şirketlerin oranı %15,2'dir. Bu oran sektörler arasında gıda sektörü için %20, otomotiv yan sanayi için %40, ve diğer sektörler için % 40 olarak dağılmaktadır.

Tablo- 6.4.19. Sektörlere göre Eğitim Sıklığı Dağılımı

Sektör		Eğitim Sıklığı					Satır Toplam
		4-8 haftada bir	9-12 haftada bir	13-16 haftada bir	Yılda 2 kere	Yılda 2 kereden daha az	
Kimya	Frekans				5		5
	Sütun %				38,5		
Beyaz	Frekans		1	1			2
Eşya	Sütun %		16,7	20,0			
Otomotiv	Frekans		1	1	1		3
	Sütun %		16,7	20,0	7,7		
Gıda	Frekans					1	1
	Sütun %					20,0	
Otomotiv	Frekans		3		1	2	6
Yan San.	Sütun %		50,0		7,7	40,0	
Diğer	Frekans	4	1	3	6	2	16
	Sütun %	100,0	16,7	60,0	46,2	40,0	
Sütun		4	6	5	13	5	33
Toplam		12,1	18,2	15,2	39,4	15,2	100,0

Kalite güvencesini sağlamak için yapılan çalışmalara göre verilen eğitim sıklığı aşağıdaki çapraz tabloda incelenmiştir (Tablo-6.4.20). Elde edilen sonuçlara kaliteyi güvence altına almak için girdi-proses ve son ürünün muayene edildiği şirketlerin % 40,6'sı yılda 2 kere, %18,8'i 9-12 haftada bir, %15,6'sı 13-16 haftada bir, %12,5'i 4-8 haftada bir, ve yılda 2 kereden daha az bir sıklıkta eğitim vermektedirler.

İPK uygulayan şirketlerin %32'si yılda 2 kere, %20'si 13-16 haftada bir, %16'sı 4-8, 9-12 haftada bir ve yılda 2 kereden az sıklıkta eğitim vermektedirler.

Deney tasarımı uygulayan şirketlerin %27,3'ü 4-8 haftada bir, % 12,5'i 9-13 haftada bir, % 16,7'si 13-16 haftada bir, %12'si yılda 2 kere, ve %11,1'i yılda kereden az sıklıkta eğitim vermektedirler.

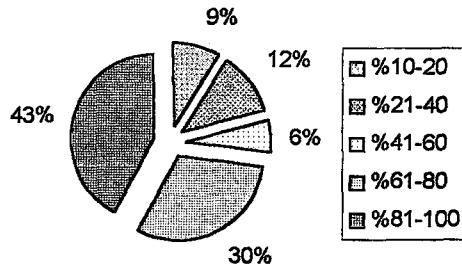
Tablo- 6.4.20. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Eğitim Sıklığı

		Eğitim Sıklığı					
Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler		4-8 haftada bir	9-12 haftada bir	13-16 haftada bir	Yılda 2 kere	Yılda 2 kereden daha az	Satır Toplam
Girdi-Proses-Son Ürün	Frekans	4	6	5	13	4	32
	Satır %	12,5	18,8	15,6	40,6	12,5	43,8
İPK	Frekans	4	4	5	8	4	25
	Satır %	16,0	16,0	20,0	32,0	16,0	34,2
Deney Tasarımı	Frekans	3	2	2	3	1	11
	Satır %	27,3	18,2	18,2	27,3	9,1	15,1
Diğer	Frekans	0	4	0	1	0	5
	Satır %	0,0	80,0	0,0	20,0	0,0	6,8
Sütun		11	16	12	25	9	73
Toplam		15,1	21,9	16,4	34,2	12,3	100,0

Tablo- 6.4.21. Kalite Eğitimlerine Katılma Yüzde Değeri

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	%10-20	3	8,1
	%21-40	4	10,8
	%41-60	2	5,4
	%61-80	10	27,0
	%81-100	14	37,8
	Toplam	33	89,2
Cevapsız		4	10,8
Toplam		37	100,0

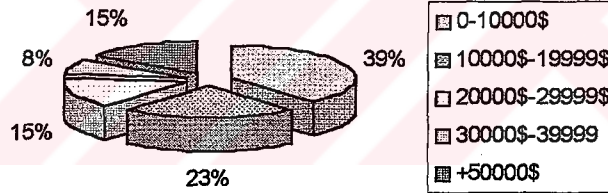
33 yönetici bu soruyu yanıtlamıştır. Buna göre bu şirketlerin %37,8'inde çalışanların % 81-100'ü; % 27'sinde çalışanların % 61-80'i; % 10,8'inde çalışanların %21-40'ı; %8,1'inde çalışanların % 10-20'si; ve % 5,4'ünde çalışanların % 41-60'ı kalite eğitimi almış bulunmaktadır (Tablo-6.4.21, Şekil-6.4.4).

**Şekil- 6.4.4. Kalite Eğitimlerine Katılma Yüzdesi**

Tablo-6.4.22. Şirket / Birim İçin Harcanan Yıllık Kalite Eğitim Tutarı

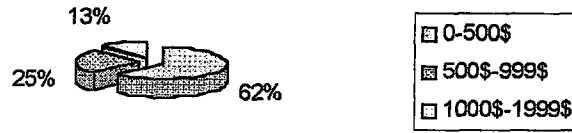
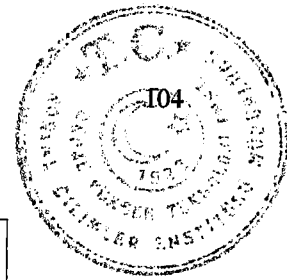
		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	0-10000\$	5	13,5
	10000\$-19999\$	3	8,1
	20000\$-29999\$	2	5,4
	30000\$-39999\$	1	2,7
	+50000\$	2	5,4
	Toplam	13	35,1
Cevapsız		24	64,9
Toplam		37	100,0

37 yöneticiden 13'ünün yanıtladığı bu soruda, şirketlerinin kalite eğitimleri için yılda ne kadar para ayırdığı sorulmuştur. Tablo-6.4.22'den görüldüğü gibi alınan yanıtlara göre bu şirketlerin % 13,5'i yılda en çok \$10,000; % 8,1'i \$10000-19999; % 5,4'ü \$20000-29999; % 2,7'si \$30000-39999; % 5,4'ü en az \$50000 ayırdıkları belirlenmiştir (Şekil-6.4.5).

Şekil- 6.4.5. Şirket için Harcanan Yıllık Kalite Eğitim Tutarı**Tablo-6.4.23. Kişi Başına Kalite Eğitim Harcaması**

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	0-500\$	5	13,5
	500\$-999\$	2	5,4
	1000\$-1999\$	1	2,7
	Toplam	8	21,6
Cevapsız		29	78,4
Toplam		37	100,0

Kişi başına kalite eğitimi için yılda ne kadar para harcandığının sorulduğu bu soruya 37 yöneticiden 8'i yanıt vermiştir. Buna göre, şirketlerin % 13,5'inin en çok \$500; % 5,4'ünün \$500-999; ve % 2,7'sinin \$1000-1999 ayırdığı görülmüştür (Şekil-6.4.6).



Şekil- 6.4.6. Kişi Başına Yıllık Kalite Eğitim Harcaması

Tablo- 6.4.24. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Firma / Birim Genelinde Kalite Eğitimi için Harcanan Yıllık Tutar

		Firma / Birim Genelinde Kalite Eğitimi için Harcanan Yıllık Tutar				
Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler		\$0-9999	\$10000-19999	\$20000-29999	\$30000-39999	\$50000+
Girdi- Proses	Frekans	5	3	2	1	2
	Satır %	38,5	23,1	15,4	7,7	15,4
-Son ürün	Frekans	3	1	2	1	1
	Satır %	37,5	12,5	25,0	12,5	12,5
İPK	Frekans	0	1	2	0	1
	Satır %	0,0	25,0	50,0	0,0	25,0
Deney	Frekans	1	1	0	0	1
	Satır %	33,3	33,3	0,0	0,0	33,3
Tasarımı	Frekans	1	1	0	0	1
	Satır %	33,3	33,3	0,0	0,0	33,3
Diğer	Frekans	1	1	0	0	1
	Satır %	33,3	33,3	0,0	0,0	33,3
Sütun		9	6	6	2	5
Toplam		32,1	21,4	21,4	7,1	17,9

Bu çapraz tablo için kalite güvencesi için yapılan çalışmalara göre kalite eğitimi için yapılan harcamalar incelenmiştir. 13 yöneticinin verdiği yanıttan elde edilen bulgular Tablo-6.4.24'de şöyle verilmiştir: Kalite güvencesini sağlamak için girdi-proses-son ürünün muayene edildiği 13 şirketin 5'i (%38,5) şirketleri genelinde kalite eğitimi için \$10000'dan az; 3'ü (%23,1) \$10000-19999; 2'si (%15,4) \$20000-29999; 1'i (%7,7) \$30000-39999, ve 2'si \$50000'dan fazla para harcamaktadırlar. Bu grubun ortalama harcadığı tutara bakıldığında \$19600 harcadıkları bulunmuştur.

İPK uygulayan 8 şirketin 3'ü \$10000'dan az; 2'si \$20000-29999 arası harcarken, geriye kalan üç şirketin her biri \$10000-19999, \$30000-39999 ve \$50000'dan fazla para harcamaktadırlar. Bir diğer ifade ile ortalamada \$20625 harcadıkları görülmüştür.



Deney tasarımı uygulayan 4 şirketin 2'si \$20000-29999 harcarken, geriye kalanlar \$10000-19999 ve \$50000'dan fazla para harcamaktadırlar. Bu da ortalama olarak \$28750 harcadıklarını göstermektedir.

Buradan şirketlerin geleneksel kalite kontrol anlayışından uzaklaşıp kalite güvence ve kalite iyileştirme anlayışına yaklaştıkça, bu konuda daha fazla yatırım yaptıkları görülmektedir.

Tablo-6.4.25. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Kalite Eğitimi için Kişi Başına Harcanan Yıllık Tutar

		Kalite Eğitimi için Kişi Başına Harcanan Yıllık Tutar			
Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler		\$-500	\$500-999	\$1000-1999	Satır Toplam
Girdi-Proses-Son ürün	Frekans	5	2	1	8
	Satır %	62,5	25,0	12,5	53,3
İPK	Frekans	3	1	0	4
	Satır %	75,0	25,0	0,0	26,7
Deney Tasarımı	Frekans	1	0	0	1
	Satır %	100,0	0,0	0,0	6,7
Diğer	Frekans	1	0	1	2
	Satır %	50,0	0,0	50,0	13,3
Sütun		10	3	2	15
Toplam		66,7	20,0	13,3	100,0

8 yöneticinin yanıtladığı bu sorudan elde edilen bulgular şöyledir: Kalite güvencesini sağlamak için girdi-proses-son ürünün muayene edildiği 8 şirketin 5'inde (%62,5) kalite eğitimi için yılda kişi başına \$500'dan az; 2'si (%25) \$500-999 ve 1'i (%12,5) \$1000-1999 harcanılmaktadır. Bu grubun ortalama harcadığı tutara bakıldığında kişi başına yılda \$531,25 harcadıkları bulunmuştur.

İPK uygulayan 4 şirketin 3'ü \$500'dan az ve 1'i \$500-999 arası harcadığını

Buradan geleneksel kalite anlayışında olan şirketlerde çalışanlara kalite eğitimi alanında daha fazla bütçe ayrılırken, iyileştirme anlayışına yaklaştıkça çalışanlar için ayrılan bu bütçenin azaldığı görülmektedir.

6.4.2.3. Şirketlerin Kalite Sertifikası Sahibi Olmaları ile İlgili Bulgular

Bu bölümde şirketlerin kalite sertifikaları olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan çapraz tablolar ile kalite sertifikalarının olmasının yapılan kalite güvence çalışmalarını, kalite eğitimleri sıklığı üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca kalite sertifikası almakla şirketlerin elde ettikleri gelişmeler, ve bu gelişmelerin yürütülen kalite faaliyetlerine göre dağılımı incelenmiştir.

Tablo-6.4.26. Kalite Sertifikası Durumu

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	Evet	25	67,6
	Hayır	4	10,8
	Çalışmalar Sürüyor	7	18,9
	Toplam	36	97,3
Cevapsız		1	2,7
Toplam		37	100,0

36 yöneticiden alınan yanıtlara göre, ankete katılan şirketlerin % 67,6'sında kalite sertifikası vardır; % 10,8'inde yoktur ve % 18,9'unda ise sertifika alma çalışmaları sürmektedir.

Tablo-6.4.27. Kalite Sertifikası Alma Planı

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	1 Yıl İçinde	6	16,2
	2 Yıl İçinde	1	2,7
	Toplam	7	18,9
Cevapsız		30	81,1
Toplam		37	100,0

Kalite sertifikası alma çalışmalarının sürdüğü şirketlerin % 16,2'si 1 yıl içinde, % 2,7'si ise 2 yıl içinde sertifika alacaktır (Tablo-6.4.27).

Tablo-6.4.28. Kalite Sertifikası Bulunmasına göre Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler

		Kalite Sertifikası Durumu			
Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler		Var	Yok	Çalışmalar sürüyor	Satır Toplam
Girdi-Proses	Frekans	25	3	6	34
Son ürün	Satır %	73,5	8,8	17,6	44,7
İPK	Frekans	19	2	5	26
	Satır %	73,1	7,7	19,2	34,2
Deney	Frekans	7	2	2	11
Tasarımı	Satır %	63,6	18,2	18,2	14,5
Diğer	Frekans	5	0	0	5
	Satır %	100,0	0,0	0,0	6,6
Sütun		56	7	13	76
Toplam		73,7	9,2	17,1	100,0

35 yöneticinin yanıtlarından şu bilgiler elde edilmiştir. Kalite güvencesine yönelik olarak girdi-proses-son ürünün muayene edildiği 34 şirketten 25'inde (%73,5), İPK uygulanan 26 şirketten 19'unda, ya da % 73,1'inde, ve deney tasarımı uygulayan 11 şirketten 7'sinde (% 63,6) kalite sertifikası vardır. Kalite sertifikası almak için çalışmaların sürdüğü şirketlerin dağılımına bakıldığında %46,2'sinin girdi-proses-son ürün muayenesi, % 38,5'inin İPK, ve %15,4'ünün deney tasarımı uygulayan şirketler olduğu görülmektedir (Tablo-6.4.28).

Tablo-6.4.29. Sektörlere göre Kalite Sertifikasına Sahip Olma

		Sektör						
Kalite Sertifikası Durumu		Kimya	Beyaz Eşya	Otomotiv	Gıda	Otomotiv Yan San.	Diğer	Toplam
Evet	Frekans	5	2	4		6	8	25
	Satır %	13,9	5,6	11,1		16,7	22,2	69,4
Hayır	Frekans						4	4
	Satır %						11,1	11,1
Çalışmalar Sürüyor	Frekans				1		6	7
	Satır %				2,8		16,7	19,4
		5	2	4	1	6	18	36
Toplam		13,9	5,6	11,1	2,8	16,7	50,0	100,0

Alınan yanıtlara göre, kalite sertifikası olan şirketlerden 6'sı bir diğer deyişle %16,7'si otomotiv yan sanayisi, 5'i (%13,9) kimya sektörü, 4'ü (%11,1) otomotiv sektörü, 2'si beyaz eşya sektöründe yer alan şirketlerdir. Ankete katılan şirketlerin

%11,1'inde sertifika yoktur, ve halen 1'inde (%2,8) bu konuda çalışmalar sürmektedir (Tablo-6.4.29).



Tablo-6.4.30. Kalite Sertifikası Durumuna göre Eğitim Sıklığı Dağılımı

		Eğitim Sıklığı					
Kalite Sertifikası Durumu		4-8 haftada bir	9-12 haftada bir	13-16 haftada bir	Yılda 2 kere	Yılda 2 kereden daha az	Toplam
Evet	Frekans	2	4		4	2	12
Hayır	Frekans	3	2	1		2	8
Çalışmalar Sürüyor	Frekans	1	1	1	1	2	6
Toplam		6	7	2	5	6	26
		23,1	26,9	7,7	19,2	23,1	100,0

Ankete katılan 26 yöneticiden alınan yanıtlara göre, kalite sertifikası olan 12 şirketten 2'sinde 4-8 haftada bir, 4'ünde 9-12 haftada bir, yine 4'ünde yılda 2 kere, ve 2'sine yılda 2 kereden az kalite eğitimi verilmektedir.

Ortalamalara bakıldığında, kalite sertifikası olan ortalama 16,5, kalite sertifikası olmayan firmalarda 14 haftada bir, ve çalışmaların sürdüğü firmalarda 18,5 haftada bir kalite eğitimi verilmektedir.

Şirketlerin kalite sertifikası alma çalışmalarını sürdüğü zamanki eğitim sıklığı, sertifikayı alınca azalmıştır (Tablo-6.4.30).

Tablo-6.4.31. Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Değişiklikler

Faydalar	Frekans	Cevap Yüzdesi
Değişkenlik azaldı.	9	7,0
Hedef değere yaklaşıldı.	16	12,5
Müşteri şikayeti azaldı.	17	13,3
Hatalı ürün azaldı.	17	13,3
Maliyetler azaldı.	10	7,8
Proses performansı gelişti.	9	7,0
Dokümantasyonda düzen sağlandı.	21	16,4
Şirket içi iletişim etkinleşti.	16	12,5
İhracat artışı oldu.	7	5,5
Pazar payı arttı.	5	3,9
Diğer	1	0,8
Toplam	128	100,0



Tablo-6.4.31’de görüldüğü gibi görüşülen 37 yöneticiden 27’sinin yanıtladığı bu soruda şirketlerin yaklaşık %16,4’ünde dokümantasyon düzeni sağlanmış; %13,3’ünde müşteri şikayeti ve hatalı ürün oranı azalmıştır azalmış; %12,5’inde hedef değere yaklaşmış ve şirket içi iletişim etkinleşmiştir. Bu şirketlerin %7,8’inde maliyetler azalmış; %7’sinde değişkenlik azalmış ve proses performansı geliştirilmiş; %,5,5’inde ihracat artışı sağlanmış, ve %3,9’unun pazar payında artış sağlanmıştır.

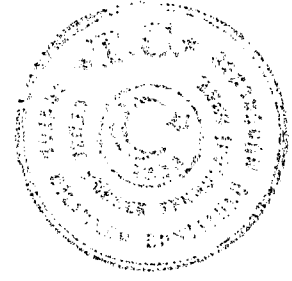
Tablo-6.4.32. Kalite Belgesinin Sağladığı Gelişmeler

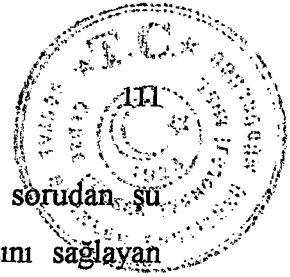
Gelişmeler	Frekans	Cevap Yüzdesi
Kaliteli Üretim	1	10,0
Kalite Bilinci	3	30,0
Motivasyon	4	40,0
Kurumsallaşma	1	10,0
Yeni Pazarlar	1	10,0
Toplam	10	100,0

6 şirket yöneticisinin yanıtladığı bu soruda, şirketlerden %40’ında motivasyon, %30’unda kalite bilinci artışı ve geriye kalanlarda kaliteli üretim, kurumsallaşma, pazar payı artışı ve yeni pazarlara giriş şansı gibi gelişmeler saptanmıştır (Tablo-6.4.32).

Tablo-6.4.33. Sektörlere göre Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Gelişmelerin Dağılımı

Sektörlere göre Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Gelişmelerin Dağılımı												
Sektör	Değişkenlik azaldı	Hedef değere yaklaşıldı	Müşteri şikayeti azaldı	Hatalı ürün azaldı	Maliyetler azaldı	Süreç performansını geliştirdi	Dokümantasyonda düzelme elde edildi	Şirket içi iletişim etkinleşti	İhracat artışı oldu	Pazar payı arttı	Diğer	Satır Toplamı
Kimya	Frekans	1	4	3	4	2	3	5	4	0	0	26
	Sütun %	11,1	25,0	17,5	23,5	20,0	33,3	23,8	25,0	0,0	0,0	
Beyaz Eşya	Frekans	1	1	1	1	0	1	2	1	0	0	8
	Sütun %	11,1	6,3	5,9	5,9	0,0	11,1	9,5	6,3	0,0	0,0	
Otomotiv	Frekans	2	3	2	2	1	1	4	3	1	0	21
	Sütun %	22,2	18,8	29,4	11,8	10,0	11,1	19,0	18,8	20,0	0,0	
Otomotiv Yan San.	Frekans	3	3	5	5	4	2	4	4	3	1	37
	Sütun %	33,3	18,8	29,4	29,4	40,0	22,2	19,0	25,0	60,0	100,0	
Diğer	Frekans	2	5	6	5	3	2	6	4	2	1	36
	Sütun %	22,2	31,3	35,3	29,4	30,0	22,2	28,6	25,0	20,0	0,0	
Toplam	Sütun	9	16	17	17	10	9	21	16	7	5	128
	Toplam	7,0	12,5	13,3	13,3	7,8	7,0	16,4	12,5	5,5	3,9	100,0





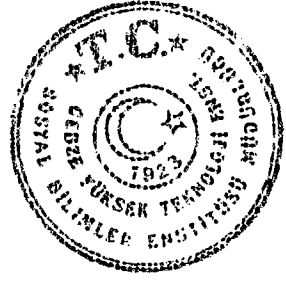
Ankete katılan şirketlerin yöneticilerinin 27'sinin yanıtladığı bu sorudan, şu sonuçlar çıkarılmıştır. Kalite sertifikası olarak değişkenliğin azalmasını sağlayan sektörler sırasıyla otomotiv yan sanayi (%33,3), otomotiv (%22,2), beyaz eşya ve kimya (%11,1) sektörleridir. Hedef değere yaklaşma başarısı elde eden sektörler ise, % 25 ile kimya, %18,8 ile otomotiv ve otomotiv yan sanayi, ve %6,3 ile beyaz eşya şirketleridir.

Müşteri şikayetlerinin azaldığı şirketler; %35,3 ile diğer yani kimya, gıda, beyaz eşya, otomotiv ve otomotiv yan san. dışında olanlar, %29,4 ile otomotiv ve otomotiv yan sanayi, %17,5 ile kimya ve %5,9 ile beyaz eşya sektöründe yer alan şirketlerdir. Hatalı ürün miktarının azaldığı şirketler de şöyle sıralanmaktadır: otomotiv yan sanayi (%29,4), kimya (%23,5), otomotiv (%11,8), ve beyaz eşya (%5,9). Maliyetlerinde azalma olan şirketlerin %40'ı otomotiv yan sanayi, %20'si kimya ve %10'u otomotiv sektörlerinde yer almaktadırlar. Süreç performansında gelişme sağlayan şirketlerin % 33,3'ü kimya, %22,2'si otomotiv yan sanayi, %11,1'i otomotiv ve beyaz eşya sektörü şirketleridir.

Sektörler genelinde elde edilen en büyük gelişme olan dokümantasyonda düzelmenin sağlanması sektörler arasında şöyle dağılmıştır: % 23,8 ile kimya sektörü, % 19 ile otomotiv ve otomotiv yan sanayi ve % 9,5 ile beyaz eşya bu gelişmeyi sağlamışlardır. Şirket içi iletişimde iyileşme kimya, otomotiv yan sanayi sektörlerinde %25, otomotiv sektöründe %18,8 ve beyaz eşya sektöründe %6,3'lük oranda görülmüştür. En çok ihracat artışı %42,9 değeri ile otomotiv yan sanayisinde görülmüştür. Bunu %28,6 ile otomotiv sektörü izlemektedir. Pazar payı artan şirketlerin %60'ı otomotiv yan sanayisinde, %20'si otomotiv sektöründe yer almaktadır.

Tablo-6.4.34. Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetlere göre Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Gelişmeler

Kalite Sertifikası Almakla Elde Edilen Gelişmeler													
Kalite Güvencesine Yönelik Faaliyetler		Değişkenlik azaldı	Hedef değere yaklaşıldı	Müşteri şikayeti azaldı	Hatalı ürün azaldı	Maliyetler azaldı	Süreç performansı gelişti	Dokümantasyonda düzelme elde edildi	Şirket içi iletişim etkinleşti	İhracat artışı oldu	Pazar payı arttı	Diğer	Satır Toplamı
Girdi-proses-son	Frekans	9	16	17	17	10	9	21	16	7	5	1	128
	Tablo %	3,1	5,4	5,8	5,8	3,4	3,1	7,1	5,4	2,4	1,7	0,3	
İPK	Frekans	8	14	13	15	9	7	17	13	5	5	1	107
	Tablo %	2,7	4,7	4,4	5,6	3,1	2,4	5,8	4,4	1,7	1,7	0,3	
Deney Tasarımı	Frekans	1	4	4	5	2	4	6	6	1	2	1	36
	Tablo %	0,3	1,4	1,4	1,7	0,7	1,4	2,0	2,0	0,3	0,7	0,3	
Diğer	Frekans	1	8	4	3	2	1	5	3	1	1	1	24
	Tablo %	0,3	0,7	1,4	1,0	0,7	0,3	1,7	1,0	0,3	0,3	0,3	
Sütun		19	36	38	40	23	21	49	38	14	13	4	295
Toplam		6,4	12,2	12,9	12,9	7,8	7,1	16,6	12,9	4,7	4,4	1,4	100,0



Tablo-6.4.34'de görüldüğü gibi, elde edilen en büyük gelişme, % 7.1'lik oranla girdi-proses-son ürünün kalite kontrolünün yapıldığı şirketlerde dokümantasyonda sağlanan gelişmedir. Bu gelişmeyi yine girdi-proses-son ürün kalite kontrolünün yapıldığı firmalarda, % 5.8'lik oranla hatalı üründe ve çok büyük olasılıkla buna bağlı olarak müşteri şikayetlerinde azalma izlemiştir. Ayrıca, % 5.4'lük oranla hedef değere yaklaşıldığı ve şirket içi iletişimin iyileştiği katılımcılarca belirtilmiştir.

Deney tasarımı faaliyetleri yürüten şirketlerin elde ettiği en büyük gelişme % 16.7'lik oranla dokümantasyonda ve şirket içi iletişimde iyileşmedir. Bunu % 11.1'lik değerle proses performansının gelişmesi, dolayısıyla hedef değere yaklaşılması ve hatalı ürün miktarının azalması ve buna bağlı olarak müşteri şikayetlerinin azalması gelişmeleri izlemektedir. Bilgi alınan şirket yöneticilerinin % 5.6'sı maliyetlerinin azaldığını ve pazar payının arttığını bildirmişlerdir.

İstatistiksel Proses Kontrol faaliyetleri yürüten şirketlerin elde ettiği en büyük başarı % 15.9'luk oranla dokümantasyonda elde edilen iyileşmedir. Girdi-proses-son ürün kalite kontrolü yürüten şirketlerle benzer şekilde, bu gelişmeyi % 13.1'lik değerle hedef değere yaklaşılması, %12,1'lik oranla hatalı ürün miktarının ve buna bağlı olarak müşteri şikayetlerinin azalması izlemiştir. Yine aynı oranda şirket içi iletişimde iyileşme görülmüştür. % 6,5'lik oranda proses performansında ve % 7,5'lik oranla değişkenlikte azalma olduğu sonucu çıkartılmıştır. Katılan şirket yöneticilerinin % 5.6'sı maliyetlerinin azaldığını ve pazar payının arttığını bildirmişlerdir.

Kalite sertifikası almakla elde edilen gelişmelerin dağılımına bakıldığında, deney tasarımı uygulayan şirketler, tüm gelişmeler söz konusu olduğunda girdi-proses-son ürün muayenesi yapılan ve İPK uygulanan şirketlerin arkasında kalmıştır.

Tablo-6.4.35. Deney Tasarımı / İleri Kalite Teknikleri Eğitimleri Aldıktan ya da Uygulamaya Başladıktan Sonra Başarılı Proje Yüzdesi

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	%50-%74	1	2,7
	%75-%100	8	21,6
	Total	9	24,3
Cevapsız		28	75,7
Toplam		37	100,0

Şirket yöneticilerine, şirketlerinde deney tasarımı / ileri kalite teknikleri uygulanmaya başladıktan sonra yürütülen projelerin başarı oranı sorulduğunda, cevap



verenlerden % 2,7'si % 50-74; % 21,6'sı ise %75-100 arası başarı elde ettiklerini belirtmişlerdir (Tablo-6.4.35). Buradan şirketlerin ileri kalite tekniklerinden yeterince yararlanamadıkları görülmektedir.

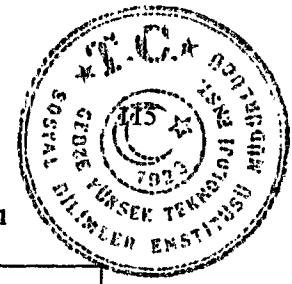
Tablo- 6.4.36. Eğitim Sıklığına göre Başarılı Proje Yüzdesi Dağılımı

		Başarılı Proje Yüzdesi		
Eğitim sıklığı		%50-74	%75-100	Toplam
4-8 haftada bir	Frekans	1		1
9-12 haftada bir	Frekans		2	2
Yılda 2 kere	Frekans		3	3
Yılda 2 kereden daha az	Frekans		1	1
Toplam		1	6	7
		14,3	85,7	100,0

Tablo-6.4.36'da görüldüğü gibi, başarılı proje yüzdesi %50-74 arasında olan 1 şirkette 4-8 haftada bir eğitim verilmektedir. Projelerindeki başarı yüzdesi %75-100 arasında olan 6 şirketten 2'sinde 9-12 haftada bir, 3'ünde yılda 2 kere ve 1'inde yılda 2 kereden az eğitim verilmektedir.

Eğitim sıklığı azaldıkça elde edilen başarı yüzdesinin azalması, şirketlerin eğitimlerden gereğince yararlanamadıklarını gösteren bir başka bulgudur.

Sektörlere göre başarılı proje yüzdesi aşağıdaki çapraz tabloda incelenmiştir. Buna göre başarılı proje yüzdesi %75-100 arasında olan 23 şirketten 10'u (%43,5), diğer sektörde, 6'sı (%26,1) gıda sektöründe, 4'ü (%17,4) otomotiv yan sanayisinde, ve geriye kalan 3 şirketten her biri kimya, beyaz eşya ve otomotiv sektöründe yer almaktadır. Başarılı proje yüzdesi %50-74 arasında olan 3 şirket, kimya, beyaz eşya sektörleri arasında eşit olarak dağılmıştır. Başarılı proje yüzdesi en çok %24 olan iki şirket ise otomotiv sektöründe yer almaktadır (Tablo-6.4.37).



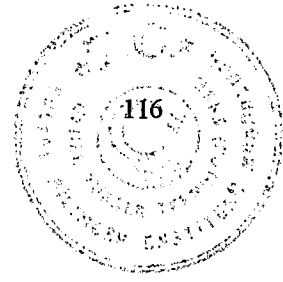
Tablo- 6.4.37. Sektörlere göre Başarılı Proje Yüzdesi Dağılımı

		Başarılı Proje Yüzdesi			
Sektör		%0-%24	%50-%74	%75-%100	Satır Toplam
Kimya	Frekans		1	1	2
	Sütun %		33,3	4,3	7,1
Beyaz Eşya	Frekans		1	1	2
	Sütun %		33,3	4,3	7,1
Otomotiv	Frekans	2		1	3
	Sütun %	100,0		4,3	10,7
Gıda	Frekans			6	6
	Sütun %			26,1	21,4
Otomotiv	Frekans			4	4
Yan San.	Sütun %			17,4	14,3
Diğer	Frekans		1	10	11
	Sütun %		33,3	43,5	39,3
Sütun		2	3	23	28
Toplam		7,1	10,7	82,1	100,0

Tablo-6.4.38. İleri Kalite Tekniklerini Uygulamakla Elde Edilen Gelişmeler

Gelişmeler	Frekans	Yüzde %
Kaliteli Üretim	2	14,3
Kalite Bilinci	1	7,1
Maliyet Kazancı	1	7,1
Zaman Kazancı	1	7,1
Yeni Ürün	2	14,3
Proje Hızı	1	7,1
Firede Azalma	1	7,1
Sürekli İyileşme	2	2
Teslimat Hızı	1	1
Proses Kontrolü	2	2
Toplam	14	100,0

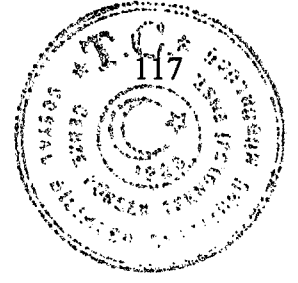
Tablo 6.4.38’de görüldüğü gibi ileri kalite tekniklerini uygulayan şirketlerden %14,3’ünde üretim kalitesi, yeni ürünü piyasaya sürme hızında artış, sürekli iyileşme ve proses kontrolünde iyileşme sağlanmıştır. Diğer elde edilen gelişmeler de aynı % 7,1’lik oranla kalite bilincindeki artışı, maliyet kazancı, zaman kazancı, proje hızı artışı, fire miktarında azalma, ve teslimat hızı artışı olarak belirtilmiştir.



Tablo-6.4.39. Sağlanan Kâr Artışı/Maliyet Kazancı

		Frekans	Yüzde Değeri
Geçerli	+%50-%99	3	8,1
	+%100	1	2,7
	Toplam	4	10,8
Cevapsız		33	89,2
Toplam		37	100,0

Bilgi alınan 37 yöneticiden 4'ünün yanıtladığı bu soruda, şirketlerin %8,1'i % 50-99; % 2,7'si % 100 başarı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Cevap verilme yüzdesinin düşük olduğu bu sorudan şirketlerin bu konuda açıklama yapmak istemedikleri anlaşılmaktadır. Ancak daha önemli olarak, kayıtlara geçmeyen, ankette yer almayan sözlü görüşmelerde şirketlerin bu konuda ölçüm yapmadıkları, kalite ile ilgili yürüttükleri çalışmaların performansını ölçmedikleri belirtilmiştir.



7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan anket çalışmalarının değerlendirilmesinden ileri kalite tekniklerinin Türk sanayicilerince ne kadar bilindiği ve uygulandığı bulunmaya çalışılmıştır. Bunun için şirketlerin kalite politikaları, yürüttükleri kalite kontrol ve kalite güvence faaliyetleri araştırılmıştır. Bu anlamda çalışanlarına kalite konusunda verdikleri eğitim sıklığı, eğitim konuları araştırılmıştır.

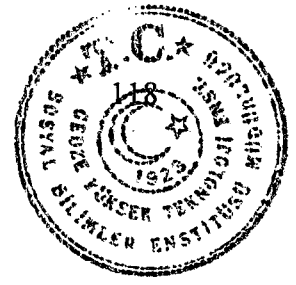
Daha sonra şirketlerin aldıkları eğitimden elde ettikleri gelişmeler öğrenilmiştir. Alınan eğitimler doğrultusunda öğrenilen ileri kalite araçlarının ne kadar etkin kullanıldığı araştırılmıştır.

Ayrıca, şirketlerin kalite sertifikası olup olmadığı araştırılmıştır. Kalite sertifikalarının olmasının şirketlere kazandırdıklarının yanı sıra sertifikası olan şirketlerin yürüttükleri kalite çalışmaları, ileri kalite araçlarını kullanma düzeyi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar şöyle sıralanabilir:

1. Ankete katılan Gebze-İzmit bölgesinde yer alan orta ve büyük ölçekli işletmelerin çoğunda kalite kontrol faaliyetleri süreç içinde gerçekleştirilmektedir. Üretim prosesi izlenip, herhangi bir sapma durumunda müdahale edilmekte, düzeltici önlemler alınmaktadır.

2. Şirketlerin çoğunda geleneksel kalite anlayışının sürdüğü, ve az bir bölümünde ileri kalite yönetim araçlarından deney tasarımının kullanıldığı belirlenmiştir. Bu anlamda, hammaddenin fiziksel olarak son ürüne dönüştüğü süre zarfında kalite muayenesi, ve prosesin izlenmesi amacı ile istatistiksel proses kontrolü yoğunlukla kullanılmaktadır. Ürün ya da proses kalitesini kötü yönde etkileyen değişkenlerin bulunmasında temel araçlara başvurulmaktadır.

3. Şirket çalışanları kalite faaliyetlerini süreç dışı sürdürdüklerini belirttikleri halde, hammaddenin son ürüne dönüşünceye kadar geçen süreç içinde kalite kontrolü yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu da kişilerin firmalarında yürütülen faaliyetler konusunda ne kadar bilinçli oldukları hakkında bilgi vermektedir.



4. Süreç dışı kalite kontrol yaptıklarını belirten firmalarda, bu işlemlerini süreç dışında yapmaları için gerekli ileri kalite araçları ile ilgili eğitimlerin verilme oranı hayli düşüktür. Şirketler bu konuda eğitim sağlasalar da ileri kalite araçlarının kullanılma oranı düşüktür.

5. Ankete katılan şirketlerde kalite eğitimine önem vermektedir. Eğitim alan çalışanların dağılımından bu şirketlerde, kalitenin tüm işletme çalışanlarınca sağlanacağı anlayışının olduğu görülmektedir, şirketler toplam kalite yönetimi felsefesini benimsemişlerdir.

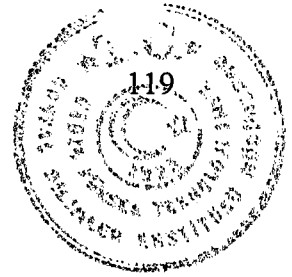
6. Şirketler, çalışanlarına daha çok şirket içinde kalite eğitimi sağlamaktadırlar. Şirket içi ve şirket dışı kalite eğitimlerinin dağılımına bakıldığında ileri kalite araçları ile ilgili eğitimler temel araçlara göre azdır. Bir anlamda, ankete katılanlar bu konuda yeterince eğitim almadıklarını açıkça belirtmişlerdir.

7. Şirketler geleneksel kalite kontrol anlayışından uzaklaşıp kalite güvence ve kalite iyileştirme anlayışına yaklaştıkça, kalite eğitimine daha fazla yatırım yaptıkları görülmektedir.

8. Geleneksel kalite anlayışında olan şirketlerde çalışanlara kalite eğitimi alanında daha fazla bütçe ayrılırken, iyileştirme anlayışına yaklaştıkça çalışanlar için ayrılan bu bütçenin azaldığı görülmektedir.

9. Şirketler yürüttükleri projelerde ileri kalite tekniklerinden yeterince yararlanamamaktadırlar. Bu konuda aldıkları eğitimimi etkin bir şekilde uygulamaya koyamamaktadırlar.

10. Ürün ya da proses kalitesini kötü yönde etkileyen değişkenlerin bulunması için yapılan çalışmalara göre elde edilen gelişmeler incelendiğinde tüm gelişmelerin temel araçların kullanıldığı şirketlerde çok daha fazla olduğu görülmüştür. Buradan da ileri kalite araçlarının şirketlerde yeterince ve etkin bir şekilde kullanılmadığını görülmektedir. Aslında katılımcılara şirketlerinde ileri kalite araçlarını kullanırken elde ettikleri gelişmeler sorulmuştur. Bu gelişmelerin temel araçların kullanılması



ile elde edildiğinin görülmesi, şirketlerin bu konudaki bilinç düzeyini göstermektedir.

11. Yürütülen kalite faaliyetleri ile ilgili sorular hem çalışanlara hem de yöneticilere yöneltilen anketlerde sorulmuştur. Ancak, şirketlerindeki kalite faaliyetleri ile ilgili olarak çalışan ve yöneticilerin aynı bilinç düzeyinde olmadıkları görülmüştür.

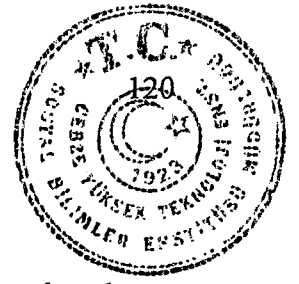
12. Kontrol amaçlı sorulan sorulardan ankete katılan yöneticilerin yanıtlarında tutarsızlıklar olduğu görülmüştür. Ya da firmalarında kalite ile ilgili yapılan çalışmalardan haberdar değildirler. Bu da araştırmaya çalıştığımız Türk Sanayiinin ileri kalite tekniklerine olan ilgisi ve bilgi düzeyi hakkında aydınlatıcı bilgi sağlamaktadır.

13. Kalite sertifikası almakla elde edilen gelişmelerin dağılımına bakıldığında, deney tasarımı uygulayan şirketler, tüm gelişmeler söz konusu olduğunda girdi-proses-son ürün muayenesi yapılan ve İPK uygulanan şirketlerin arkasında kalmıştır.

Sonuç olarak, anket yapılan şirketlerin çoğu kalitelerini belgelendirmişlerdir, ancak, hala çoğunda geleneksel kalite kontrol anlayışı sürmektedir. Hala pek çoğunda kalite faaliyetleri süreç içinde sürdürülmektedir. İleri kalite teknikleri ile ilgili eğitim aldıklarını belirtse de, bu eğitimleri yeterince kavrayamadıkları ve dolayısıyla yeterince yararlanamadıkları bulunmuştur.

Anket çalışması sırasında elde edilen izlenimlere ve elde edilen bulgulara dayanarak, işletmelerin kendilerini geliştirmek adına eğitime önem verdiklerini, yeni konuları, gelişmeleri izlemeye çalıştıklarını, kaliteleri belgelendirme için yürüttükleri çalışmaları görmek, gelecekte Türk sanayisinde elde edilebilecek gelişmeler adına çok sevindiricidir. Ancak, işletmelerin bu teknikleri etkin bir şekilde kullanmamaları ve aldıkları eğitimlerden yeterince yararlanamamaları bir o kadar üzücüdür.

İşletmelerin ileri kalite araçlarından etkin bir şekilde yararlanabilmeleri için halen yürüttükleri reaktif kalite kontrol anlayışı yerine proaktif anlayışa sahip



olmaları gerekmektedir. İşletmelerde halen geleneksel kalite kontrol anlayışı sürdürülmektedir, bir diğer ifade ile üretim prosesi süre giderken proses izlenmekte ve, gereken anlarda düzeltici önlemler alınmaktadır. Oysa, ileri kalite araçları kullanılarak, prosesler gereğince tanınırsa, proses ve ürün kalitesini kötü yönde etkileyebilecek faktörler önceden belirlenebilir ve bu faktörlerin etkisi, proses başlamadan en aza indirilmeye çalışılırsa, süreç öncesinden olası sapmalara karşı hazırlıklı olunur. Bu aşamada önerilen, işletmelerin süreç dışı kalite kontrol anlayışına sahip olmalarıdır. Değişen koşullara önceden hazırlıklı olabilen işletmeler, zorlu rekabet şartlarında ayakta kalabilir, müşteri beklentilerin kısa zamanda karşılayabilir, bu süreç zarfında da kaliteyi güvence altına alabilir.



KAYNAKLAR

AKIN, B., İşletmelerde İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1996.

ASHLEY, S., Failure Analysis Beats Murphy's Law, Mechanical Engineering, Vol 115, Issue 9., s.70-72, 1993.

BHOTE, K., World Class Quality, American Management Association, 1988.

BANKS, J., Principles of Quality Control, John Wiley & Sons, New York, 1989.

BARTON, K.R., Pre-Experiment Planning for Design Experiments: Graphical Methods, Journal of Quality Technology, Vol.29, No.3, s.307-326, July 1997.

BENTON, W.C., Statistical Process Control and the Taguchi Method: A Comparative Evaluation, International Journal of Prod. Res., Vol.29, No.9, s.1761-1770, 1991.

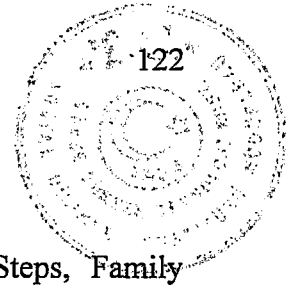
BISGAARD, S., Continuous Improvement of Quality Improvement Tools: Building on Taguchi's Ideas and Going Beyond, Total Quality Management, Vol.4 Issue 2, s.183-194, 1993.

BORKOWSKI, J.J. and LUCAS, J.M., Designs of Mixed Resolution For Process Robustness Studies, Technometrics, Vol.39 Issue 1, s. 63-70, Feb.1997.

BOUNDS, G., YORKS, L., ADAMS, M., RANNEY, G., Beyond Total Quality Management, Toward The Emerging Paradigm, McGraw-Hill Inc., New York, 1994.

BOX, G.E.P., and DRAPER, N.R., A Basis for the Selection of a Response Surface Design, Journal of American Statistical Association, 53, s.622-654, 1959.

CAULCUTT, R., Statistics in Research and Development, 2nd ed., Chapman & Hall, London, New York, 1991.



COLEMAN, M.T.; ENDSLEY, S., Quality Improvement: First Steps, Family Practice Management, Vol. 6, Issue 3, s.23-25, March 1999.

DAETZ, D., The Effect of Product Design on Product Quality and Product Cost, Quality Progress, 20 (6), s.63-67, 1987.

DEAN, E.B., Relations Diagram, from the Perspective of Competitive Advantage, <http://mijuno.larc.nasa.gov/dfc/international/prosdiag.htm>

DEVORE, J., Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, Brooks&Cole Publishing Company, California, 1982.

EFİL, İ., Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi, Alfa Yayınları, İstanbul 1999.

ELLEKJAER, M, and BISGAARD, S., The Use of Experimental Design in the Development of New Products, International Journal of Quality Science, Vol. 3, No. 3, s.254-274, 1998.

FEIGENBAUM, A.V., Total Quality Control, 3rd edition, McGraw-Hill Inc., New York, 1983.

FEIGENBAUM, A.V., Total Quality Control, 3rd edt., rev., McGraw-Hill Inc., New York, 1991.

HEISER, J., RENDER, B., Production and Operations Management, 2nd edt. Allyn&Bacon, Boston, London, 1991.

HOVMARK, S., The Gapt Model: Four Approaches to the Application of Design Tools, Journal of Engineering Design, Vol.5, Issue 3, s.241-252, 1994.

<http://www.kageme.itu.edu.tr/icerik/6arac/7kalite.htm>

İMAİ, M., Kaizen: Japonya'nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı, Brisa Yayını, 1994.

ISHIKAWA, K., Toplam Kalite Kontrol, Kalder Yayınları, No.7, İstanbul, 1997.



JONES, B., Beyond SPC: Designed Experiments For Quality Improvement, Quality, s.22-24, December 1987.

KONDA, R., et.al., Design of Experiments to Study and Optimize Process Performance, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol, 16, No.1, s.56-71, 1999.

MITRA, A., Fundamentals of Quality Control and Improvement, Macmillan Publishing Company, New York, Maxwell Macmillan Canada, Toronto, 1993.

MONTGOMERY, D.C., Design and Analysis of Experiments, Third Edition, John Wiley & Sons Inc, New York, 1991.

MONTGOMERY, D.C., Introduction to Statistical Quality Control, Second Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 1990.

MONTGOMERY, D.C., The Use of Statistical Process Control and Design of Experiments in Product and Process Improvement, IIE Transactions, Volume 24, Number 5, s.4-17, November 1992.

OZEKİ, K., and ASAKA, T., Hanbook of Quality Tools, The Japanese Approach, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1989.

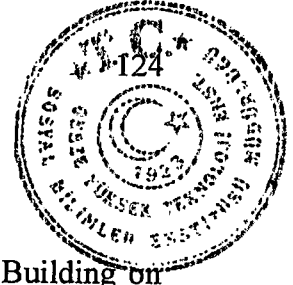
ÖZEVREN, M., Toplam Kalite Yönetimi, Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Alfa Yayınları, İstanbul 1997.

POLANCO, I., Using Design of Experiments, IIE Solutions, s. 23-25, June 1995.

RIZZO, A.R., Quality Engineering with FEA & DOE, Mechanical Engineering, Vol. 116 Issue 5, s.76-78, May 1994.

ROSS, P.J., Taguchi Techniques for Quality Engineering, 2nd edt., McGraw-Hill Inc., New York, 1996.

SNEE, R.D., Creating Robust Work Processes, Quality Progress, s.37-41, February 1993.



SOREN, B., Continuous Improvement of Quality Improvement Tools: Building on Taguchi's Ideas and Going Beyond, Total Quality Management, Vol.4, Issue 2, s.183-194, 1993.

SYTSMA, S. and MANLEY, K., The Quality Tools Cookbook, <http://www.sytsma.com/tqmtools.html>

ŞİRVANCI, M., Kalite için Deney Tasarımı, 'Taguchi Yaklaşımı', Literatür Yayıncılık, İstanbul, 1997.

ŞİRVANCI, M.B., ve DURMAZ, M., Cycle Time and Cost Improvement by Designed Experiments, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol.11, No.6, s.21-26, 1994.

ŞİRVANCI, M. Toplam Kalite Yönetiminin Temel Öğeleri, Önce Kalite, Kalder Yayınları, Yıl 2, Sayı 5, s.12-13, Ekim 1992.

TONG, L., et.al., The Optimization of Multi-Response Problem in the Taguchi Method, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol.14, Issue 4, 1997.

TSUI, K.L., An Overview of Taguchi Method and Newly Developed Statistical Methods for Robust Design, IIE Transactions, Vol.24, Number 5, s.44-57, November 1992.

WYNER, G.A., Experimental Design, Marketing Research, Vol.9 Issue 3, s.39-41, Fall 1997.

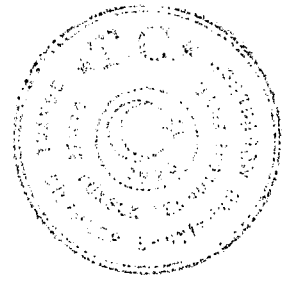


ÖZGEÇMİŞ

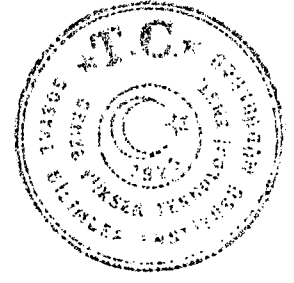
1974 yılında Konya’da doğdum. İnkılap İlkokulu ve Konya Meram Anadolu Lisesi’nde ilk ve orta öğrenimimi tamamladım. 1997 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği bölümünden lisans derecemi aldım. Aynı yıl Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü İşletme Fakültesi’nde yüksek lisans eğitimine başladım. Halen bu kurumda araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım.



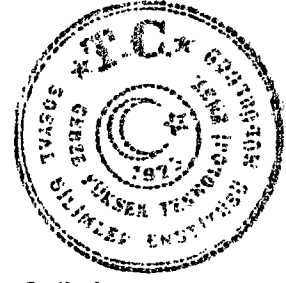
EKLER



EK-1. ARASTIRMA FORMLARI



KİŞİSEL ANKET FORMU



1.1. Çalıştığınız birim:

- ☐ Üretim ☐ Kalite Kontrol ☐ Kalite Güvence ☐ Ürün Geliştirme
☐ Ar-Ge ☐ Proses Geliştirme ☐ Endüstri Müh. Böl. ☐ Diğer.....

1.2. Kaç yıldır bu şirkette çalışıyorsunuz?

- ☐ 0-1 yıl ☐ 1-3 yıl ☐ 3-5 yıl ☐ 5 yıl ve üstü

1.3. Bu şirkette 1'den fazla birimde çalıştıysanız çalıştığınız önceki birim(ler) ne idi?

1.4. Eğitim durumunuz

- ☐ Lise ☐ Lisans ☐ Yüksek Lisans ☐ Doktora

1.5. Mesleğiniz:

- ☐ Elektrik-Elektronik Müh. ☐ Endüstri Müh. ☐ İşletmeci
☐ Kimya Müh. ☐ Makine Müh. ☐ Diğer

1.6. Şirketteki ünvanınız

2.1. Biriminizde gerçekleştirilen kalite kontrol faaliyetleri neleri kapsamaktadır?

- ☐ Pazar araştırması ile ürün ve sürecin geliştirilmesi sırasında gerçekleştirilen kalite faaliyetleri (üretimin başlamasından önce gerçekleştirilen tasarım çalışmaları)
☐ Üretim – servis arası geçen zaman sırasındaki kalite faaliyetleri
☐ Diğer (lütfen belirtiniz)

2.2. Şirket içi kalite eğitimi aldınız mı?

- ☐ Evet ☐ Hayır

2.3. Aldığınız eğitimler sürekli bir program ise sıklığı nedir?

- ☐ 4-8 haftada bir ☐ 9-12 haftada bir ☐ 13-16 haftada bir
☐ Yılda 2 kere ☐ Yılda 2 kereden daha az

2.4. Şirket içi aldığınız kalite eğitimleri nelerdir? (1'den fazla işaretleyebilirsiniz)

- | | |
|--|--|
| ☐ Frekans dağılımları ve histogramlar | ☐ Kontrol çizelgesi |
| ☐ Normal olasılık grafikleri | ☐ Kabul örnekleme |
| ☐ Deney tasarımı | ☐ Gruplandırma |
| ☐ Pareto diyagramları | ☐ Kontrol kartları |
| ☐ Neden-sonuç diyagramları | ☐ ISO 9000 |
| ☐ Proses / Makine yeterliliği | ☐ QFD (Kalite Fonksiyonunun Geliştirilmesi) |
| ☐ FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) | ☐ Diğer |
| ☐ Dağılım diyagramları | |



2.5. Şirket dışı kalite eğitimi aldınız mı?

- ☐ Evet ☐ Hayır

2.6. Aldığınız eğitimler sürekli bir program ise sıklığı nedir?

- ☐ 4-8 haftada bir ☐ 9-12 haftada bir ☐ 13-16 haftada bir
☐ Yılda 2 kere ☐ Yılda 2 kereden daha az

2.7. Şirket dışı aldığınız kalite eğitimleri nelerdir? (1'den fazla işaretleyebilirsiniz)

- | | |
|--|--|
| ☐ Frekans dağılımları ve histogramlar | ☐ Kontrol çizelgesi |
| ☐ Normal olasılık grafikleri | ☐ Kabul örnekleme |
| ☐ Deney tasarımı | ☐ Gruplandırma |
| ☐ Pareto diyagramları | ☐ Kontrol kartları |
| ☐ Neden-sonuç diyagramları | ☐ ISO 9000 |
| ☐ Proses / Makine yeterliliği | ☐ QFD (Kalite Fonksiyonunun Geliştirilmesi) |
| ☐ FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) | ☐ Diğer |
| ☐ Dağılım diyagramları | |

2.8. Biriminizde belgelenen/belgelenmeyen kalitenizi güvence altına almak için neler yapılıyor?

- ☐ Girdi-proses-son kalite kontrolü ☐ İstatistiksel kalite kontrolü
☐ Deney tasarımı ☐ Diğer.....

2.9. Ürün/süreç kalitesini kötü yönde etkileyen değişkenlerin belirlenmesi için yapılan çalışmalar nelerdir? (1'den fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)

Temel Araçlar

- ☐ Elde edilen veriler frekans dağılımı **Pareto** diyagramına aktarılıyor, böylece en sık meydana gelen hatalar belirleniyor.
- ☐ Süreçte meydana gelen hataların nedenleri bulmak için olası hata kaynakları **neden-sonuç** (balık kılçığı) diyagramına aktarılıyor.
- ☐ Süreci/ürünü etkileyen iki değişken arasındaki ilişkiyi görebilmek için **dağılım diyagramları** oluşturuluyor.
- ☐ Üretim sırasında ve üründe oluşan veya geçmişte oluşan hata verilerinin toplanarak **veri toplama / kontrol kartları** oluşturuluyor
- ☐ Ürünün/sürecin kalitesini gösterebilecek karakteristik bir bölümünün (örn: ortalama halka çapı) zamana göre değişimini göstermek için **kontrol çizelgesi** oluşturulur, prosesin kontrol limitleri dışına çıktığı kolayca görülüyor.
- ☐ Sıralanmış verilerin kümülatif frekansa göre değişiminden **olasılık grafiği** elde ediliyor.
- ☐ Her seferinde bir değişkenin sabit tutulup diğerlerinin değiştirildiği bir çok kez tekrarlanan **deneyler** yapılıyor
- ☐ **Gruplandırma** yapılıyor.

İleri Kalite Araçları

- ☐ İstatistiksel olarak tasarlanıp tekrar sayısının en aza indirildiği **deney tasarımı** tekniği uygulanıyor
- ☐ FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) uygulanıyor.
- ☐ Hiçbir şey yapılmıyor
- ☐ Diğer (lütfen belirtiniz).....

2.10. Hatalı üretimin nedenlerini belirlemek için yapılan çalışmalar nelerdir? (1'den fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)

- ☐ Üretim sırasında ve üründe oluşan ve geçmişte oluşan hata verilerinin toplanarak **veri toplama / kontrol kartları** oluşturuluyor
- ☐ Elde edilen verilerin frekans dağılımı **Pareto** diyagramına aktarılıyor, böylece en sık meydana gelen hatalar belirleniyor
- ☐ Süreçte meydana gelen hataların nedenleri bulmak için olası hata kaynakları **neden-sonuç** (balık kılıcı) diyagramına aktarılıyor.
- ☐ **Gruplandırma** uygulanıyor.
- ☐ **Dağılım diyagramı** uygulanıyor.
- ☐ **Tasarlanmış deneyler** kullanılıyor.
- ☐ Diğer (lütfen belirtiniz)

2.11. Biriminizde deney tasarımı / ileri kalite tekniklerinin uygulandığı proje sayısı nedir?

- ☐ 1- 5
- ☐ 6 – 15
- ☐ 16 – 30
- ☐ 31 ve yukarısı

2.12. Bir önceki sorudaki projelerden kaç başarılı olmuştur?

- ☐ 1- 5
- ☐ 6 – 15
- ☐ 16 – 30
- ☐ 31 ve yukarısı

2.13. Biriminizde yürütülen projelerde deney tasarımı / ileri kalite tekniklerinin uygulama oranı nedir?

- ☐ Tamamında
- ☐ Yarısında
- ☐ % 25'inde
- ☐ % 25'inden daha az

2.14. Biriminizde yürütülen proje sayısı (yıllık) nedir?

- ☐ 1- 10
- ☐ 11-20
- ☐ 21- 30
- ☐ 31 ve yukarısı

2.15. Bu teknikleri uygulamakla elde ettiğiniz gelişme nedir?

- ☐ Proje liderliği
- ☐ Parasal getiri (bireysel)
- ☐ Ürün kalitesinde iyileşme
- ☐ Proses kalitesinde iyileşme
- ☐ Zaman kazancı
- ☐ Maliyet kazancı

2.16. Deney tasarımı / ileri kalite tekniklerinin projelerinizde uygulanması biriminizde daha başka ne gibi getiriler/gelişmeler sağlamıştır?

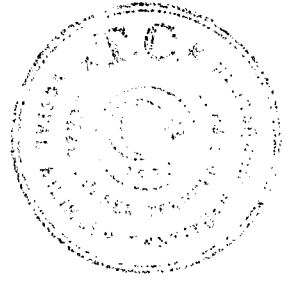
2.17. Daha başka getiriler/gelişmeler elde edilebilecek alanlar nelerdir?

2.18. Hayır ise, deney tasarımının firmanızda yeterince kullanılmadığını düşünüyorsanız nedenlerini önemine göre numaralandırarak sıralayınız: (En önemli neden için 1)

- ☐ Yeterli sayıda eğitimli eleman bulunmaması
- ☐ Takımların uygulamayı gerçekleştirecek kadar koordineli çalışmaması
- ☐ Süreçlerin bu aracın kullanılmasını gerektirecek kadar sonuçları etkileyen değişken içermemesi
- ☐ Yeterli veri olmaması
- Diğer (lütfen belirtiniz).....

2.19. Firmanızda deney tasarımı sizce etkin kullanılıyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır



YÖNETİCİ BİLGİ FORMU

1.1. Yöneticisi olduğunuz birim:

- ☐ Üretim ☐ Kalite Kontrol ☐ Kalite Güvence ☐ Ürün Geliştirme
☐ Ar-Ge ☐ Proses Geliştirme ☐ Endüstri Müh. Böl. ☐ Diğer.....

1.2. Kaç yıldır bu şirkette çalışıyorsunuz?

- ☐ 1-3 yıl ☐ 3-5 yıl ☐ 5 yıl ve üstü

1.3. Eğitim durumunuz

- ☐ Lisans ☐ Yüksek Lisans ☐ Doktora

1.4. Mesleğiniz:

- ☐ Elektrik-Elektronik Müh. ☐ Endüstri Müh. ☐ İşletmeci
☐ Kimya Müh. ☐ Makine Müh. ☐ Diğer

2.1. Şirketinizin yer aldığı sektör:

- ☐ Kimya () ☐ Otomotiv ☐ Otomotiv yan sanayi
☐ Beyaz eşya ☐ Gıda sanayi ☐ Diğer

2.2. Şirketiniz kaç yıldır bu sektörde faaliyet göstermektedir?

- ☐ 1-3 yıl ☐ 4-6 yıl ☐ 7-9 yıl ☐ 10 yıl ve üstü

2.3. Şirketinizde aşağıdaki birimlerden hangileri vardır?

- ☐ Kalite Kontrol ☐ Kalite Güvence ☐ Ar-Ge
☐ Ürün Geliştirme ☐ Proje Geliştirme ☐ Süreç Geliştirme

2.4. Şirketinizde gerçekleştirilen kalite kontrol faaliyetleri neleri kapsamaktadır?

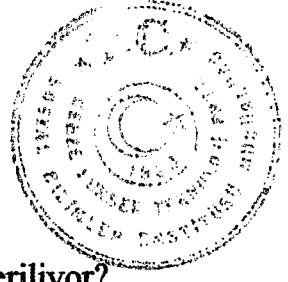
- ☐ Pazar araştırması ile ürün ve sürecin geliştirilmesi sırasında gerçekleştirilen kalite faaliyetleri
(üretimin başlamasından önce gerçekleştirilen tasarım çalışmaları)
☐ Üretim – servis arası geçen zaman sırasındaki kalite faaliyetleri
☐ Diğer

2.5. Şirketinizde kalite ile ilgili yapılan çalışmalar ne düzeydedir?

- ☐ Kalite kontrol ☐ Kalite geliştirme

2.6. Şirketinizde belgelenen/belgelenmeyen kalitenizi güvence altına almak için neler yapıyor?

- ☐ Girdi-proses-son kalite kontrolü
☐ İstatistiksel kalite kontrolü
☐ Deney tasarımı
☐ Diğer



2.7. Şirketinizde kalite ile ilgili eğitimler veriliyor mu?

- ☐ Evet ☐ Hayır

2.8. Bir önceki soruya cevabınız evet ise, eğitimler hangi birimlere veriliyor?

- ☐ Üretim ☐ Kalite Kontrol ☐ Kalite Güvence ☐ Ürün

Geliştirme

- ☐ Ar-Ge ☐ Proses Geliştirme ☐ Endüstri Müh. Böl.

☐ Diğer.....

2.9. 2.7. soruya cevabınız evet ise, bu eğitimleri kimler alıyor?

- ☐ Teknisyenler ☐ Mühendisler ☐ Bölüm yöneticileri ☐ Diğer

.....

2.10. Bu eğitimler ne kadar sıklıkta veriliyor?

- ☐ 4-8 haftada bir ☐ 9-12 haftada bir ☐ 13-16 haftada bir
☐ Yılda 2 kere ☐ Yılda 2 kereden daha az

2.11. Çalışmakta olan kaç kişi kalite ile ilgili eğitimlere katılmış bulunmaktadır?

- ☐ % 10-20 ☐ % 21-40 ☐ % 41-60 ☐ % 61-80 ☐ % 81-100

2.12. Firmanızda / biriminizde kalite ile ilgili eğitimlere harcanan para (\$/yıl) yaklaşık ne kadardır?

2.13. Yıllık eğitim bütçesinden kalite eğitimi için kişi başına ayrılan para (\$/yıl) yaklaşık ne kadardır?

2.14. Şirketinizin ISO 9000 / QS 9000 sertifikası var mı?

- ☐ Evet ☐ Hayır ☐ Çalışmalar sürüyor

2.15. Bir önceki cevabınız hayır ise şirketinizin planları içinde sertifika almak var mı?

- ☐ Hayır ☐ Evet, 1 yıl içinde ☐ Evet, 2 yıl içinde ☐ Evet, 3 yıl içinde

2.16. 2.14. soruya cevabınız evet ise ISO 9000 / QS 9000 almanız sistemde ne gibi değişiklikler yaptı?

- | | |
|---|--|
| ☐ Hiçbir değişiklik olmadı. | ☐ Müşteri şikayetleri azaldı |
| ☐ Pazar payı arttı | ☐ Değişkenlikler (kalite spesifikasyonlarında) azaldı |
| ☐ Hatalı ürün sayısı azaldı | ☐ Maliyetler azaldı |
| ☐ Süreç performansı gelişti | ☐ Dokümantasyonda düzen sağlandı |
| ☐ Şirket içi iletişim etkinleşti | ☐ İhracat artışı sağlandı |
| ☐ Hedef kalite değerlerine daha çok yaklaşıldı | ☐ Diğer |

2.17. Belge almanız ne gibi gelişmeler sağladı?

2.18. Biriminizde deney tasarımı / ileri kalite ile ilgili eğitimler verildikten sonra ve/veya bu teknikler uygulanmaya başlandıktan sonra üzerinde çalışılan tamamlanan proje sayısı nedir?



2.19. Bir önceki sorudaki projelerden kaç başarılı olmuştur?

2.20. Bu teknikleri uygulamakla elde ettiğiniz gelişme nedir?

2.21. Bu tekniklerin uygulanması sonucunda elde edilen kar artışı / maliyet kazancı (%) nedir?



EK-2. KORELASYON TABLOLARI



Tablo-Ek.2.1. Yürütülen Kalite Kontrol Faaliyetleri ile Şirket İçi Verilen Kalite Eğitimleri Arasında Korelasyon

Kalite kontrol faaliyetleri	Kalite kontrol faaliyetleri	Şirket içi eğitim	
	Pearson korelasyon katsayısı	1,000	0,005
Kalite kontrol faaliyetleri	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0	0,958
	N	126	126
Şirket İçi Kalite Eğitimi	Pearson korelasyon katsayısı	0,005	1,000
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0,958	0
	N	126	126

Tablo- Ek.2.2. Kalite Kontrol Faaliyetlerinin Kapsamına göre Şirket Dışı Verilen Kalite Eğitimleri Arasında Korelasyon

Kalite Kontrol Faaliyetleri	Kalite Kontrol Faaliyetleri	Şirket Dışı Kalite Eğitimi	
	Pearson korelasyon katsayısı	1,000	-0,047
Kalite Kontrol Faaliyetleri	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0	0,630
	N	107	107
Şirket Dışı Kalite Eğitimi	Pearson korelasyon katsayısı	-0,047	1,000
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0,630	0,
	N	107	107

Tablo- Ek.2.3. Alman Eğitim Türü ile Elde Edilen Zaman Kazancı Arasında Korelasyon

Zaman Kazancı	Zaman Kazancı	Alman İçi Eğitim Türü	
	Pearson korelasyon katsayısı	1,000	0,146
Zaman Kazancı	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0	0,103
	N	125	125
Alman Eğitim Türü	Pearson korelasyon katsayısı	0,146	1,000
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0,103	0
	N	125	125

Tablo- Ek.2.4. Alınan Eğitim Türü ile Elde Edilen Maliyet Kazancı Arasında Korelasyon

		Şirket İçi Eğitim Türü	Maliyette Azalma
Şirket İçi Eğitim Türü	Pearson korelasyon katsayısı	1,000	0,044
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0	0,624
	N	128	128
Maliyette azalma	Pearson korelasyon katsayısı	0,044	1,000
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0,624	0
	N	128	128

Tablo- Ek.2.5. Alınan Eğitim Türü ile Proses Kalitesinde İyileşme Arasında Korelasyon

		Şirket içi eğitim türü	Proses kalitesinde iyileşme
Şirket içi eğitim türü	Pearson korelasyon katsayısı	1,000	0,117
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0	0,187
	N	128	128
Proses kalitesinde iyileşme	Pearson korelasyon katsayısı	0,117	1,000
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0,187	0
	N	128	128

Tablo- Ek.2.6. Alınan Eğitim Türü ile Ürün Kalitesinde İyileşme Arasında Korelasyon

		Şirket içi Eğitim türü	Ürün kalitesinde iyileşme
Şirket içi eğitim türü	Pearson korelasyon katsayısı	1,000	0,110
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0	0,215
	N	128	128
Ürün kalitesinde iyileşme	Pearson korelasyon katsayısı	0,110	1,000
	Anlamlılık düzeyi (çift taraflı)	0,215	0
	N	128	128



EK-3. BAZI ÇAPRAZ TABLOLARIN AYRINTILI DÖKÜMÜ

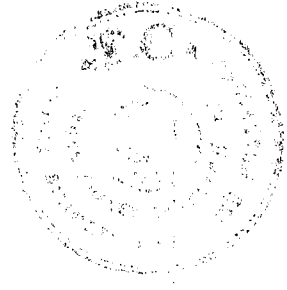


Tablo- Ek.3.2. Kalite Kontrol Faaliyetleri Kapsamına göre Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimleri

Kalite Kontrol Faaliyetleri Kapsamı		Şirket Dışı Alınan Kalite Eğitimleri															
		Histog-ram	Normal Olasılık Grafiği	Pareto Diyag.	Neden-Sonuç Diyag.	Dağılım Diyag.	Kontrol Çizel.	Grup-landırma	Kontrol Kartları	Kabul Örnek-lemesi	Proses/Makine Yeter-liliği	QFD	FMEA	Deney Tasarım 1	ISO 9000	Diğer	Satır Toplam
Süreç dışı	Sayı	8	4	8	7	6	4	4	5	2	5	0	4	2	13	4	76
	Satır%	10,5	5,3	10,5	9,2	7,9	5,3	5,3	6,6	2,6	6,6	0	5,3	2,6	17,1	5,3	40,6
Süreç içi	Sayı	9	3	7	7	7	6	5	5	2	6	1	7	0	20	11	96
	Satır%	9	3,1	7,3	7,3	7,3	6,3	5,2	5,2	2,1	6,3	1	7,3	0	20,8	11,5	51,3
Diğer	Sayı	4,8	0	2	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	3	2	15
	Satır%	1	0	13,3	13,3	6,7	6,7	6,7	6,7	0	6,7	0	0	0	20	13,3	8,0
	Sütun	0,5	7	17	16	14	11	10	11	4	12	1	11	2	36	17	187
	Toplam	18,9,6	3,7	9,1	8,6	7,5	5,9	5,3	5,9	2,1	6,4	0,5	5,9	1,1	19,3	9,1	100

Tablo- Ek.3.3.3. Kalite Kontrol Faaliyetleri Kapsamına göre Kaliteyi Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Kullanılan Araçların Dağılımı

Kalite Kontrol. Faaliyetleri Kapsamı		Kaliteyi Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Kullanılan Araçlar												
		Pareto Diyag.	Neden-Sonuç Diyag.	Dağılım Diyag.	Kontrol Kartları	Kontrol Çizel.	Normal Olasılık Grafiği	Deney	Gruplan dırma	Deney Tasarımı	FMEA	Hiçbir şey	Diğer	Satır Toplam
Süreç dışı	Sayı	15	15	6	14	8	1	7	9	5	4	4	0	88
	Satır %	17	17	6,8	15,9	9,1	1,1	8	10,2	5,7	4,5	4,5	0	30,8
Süreç içi	Sayı	31	27	13	32	18	2	9	15	10	10	5	3	175
	Satır %	17,7	15,4	7,4	18,3	10,3	1,1	5,1	8,6	5,7	5,7	2,9	1,7	61,2
Diğer	Sayı	6	4	1	5	3	0	0	0	0	3	1	0	23
	Satır %	26,1	17,4	4,3	21,7	13	0	0	0	0	13	4,3	0	8
		52	46	20	51	29	3	16	24	15	17	10	3	286
		18,2	16,1	7	17,8	10,1	1	5,6	8,4	5,2	5,9	3,5	1	100



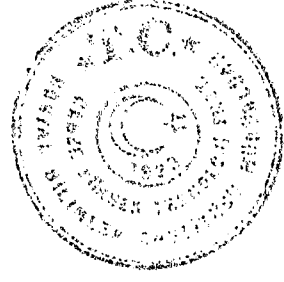
Tablo- Ek.3.4. Kalite Kontrol Faaliyetleri Kapsamına göre Hatalı Üretimin Nedenlerinin Belirlenmesi için Kullanılan Araçların Dağılımı

Kalite Kontrol. Faaliyetleri Kapsamı		Hatalı Üretimin Nedenlerinin Belirlenmesi için Kullanılan Araçlar							
		Kontrol Kartları	Pareto Diyag.	Neden-Sonuç Diyag.	Gruplandırma	Dağılım Diyag.	Deney Tasarımı	Diğer	Satır Toplam
Süreç dışı	Sayı	13	14	17	5	8	6	1	64
	Satır %	20,3	21,9	26,6	7,8	12,5	9,4	1,6	32,3
Süreç içi	Sayı	30	26	23	15	12	8	2	116
	Satır %	25,9	22,4	19,8	12,9	10,3	6,9	1,7	58,6
Diğer	Sayı	4	6	5	1	1	1	0	18
	Satır %	22,2	33,3	27,8	5,6	5,6	5,6	0	9,1
Sütun		47	46	45	21	21	15	3	198
Toplam		23,7	23,2	22,7	10,6	10,6	7,6	1,5	100,0



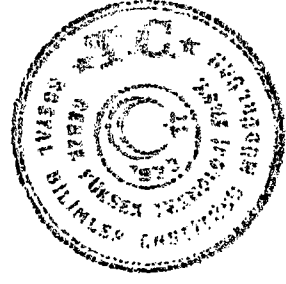
Tablo- Ek-3.5. Kalite Güvence Faaliyetlerine göre Kaliteyi Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Kullanılan Araçların Dağılımı

Kalite Güvence Faaliyetleri Kapsamı	Kaliteyi Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Kullanılan Araçlar												
	Pareto Diyag.	Neden -Sonuç Diyag.	Dağılım Diyag.	Kontrol Kartları	Kontrol Çizel.	Normal Olasılık Grafiği	Deney	Grup-landırma	Deney Tasarımı	FMEA	Hiçbir şey	Diğer	Satır Toplam
Girdi-Proses- Son	Sayı	41	32	14	37	25	4	12	20	16	6	3	222
Ürün Kal.Kon.	Satır %	18,5	14,4	6,3	16,7	11,3	1,8	5,4	9	7,2	2,7	1,4	44
İPK	Sayı	32	25	10	34	22	4	8	19	12	4	0	181
	Satır %	17,7	13,8	5,5	18,8	12,2	2,2	4,4	10,5	6,6	2,2	0	35,9
Deney Tasarımı	Sayı	9	7	2	10	6	3	4	4	3	0	0	54
	Satır %	16,7	12,9	3,7	18,5	11,1	5,6	7,4	7,4	5,6	0	0	10,7
Diğer	Sayı	6	8	3	8	5	0	2	5	5	2	0	47
	Satır %	12,8	17	6,4	17	10,6	0	4,3	10,6	10,6	4,3	0	9,3
	Sütun	88	72	29	89	58	11	26	48	36	12	3	504
	Toplam	17,5	14,3	5,8	17,7	11,5	2,2	5,2	9,5	7,1	2,4	0,6	100



Tablo- Ek.3.6. Kalite Güvence Faaliyetlerine göre Hatalı Üretimin Nedenlerinin Belirlenmesi için Kullanılan Araçların Dağılımı

Kalite Güvence Faaliyetleri Kapsamı		Hatalı Üretimin Nedenlerinin Belirlenmesi için Kullanılan Araçlar							
		Kontrol Kartları	Pareto Diyag.	Neden-Sonuç Diyag.	Gruplandırma	Dağılım Diyag.	Deney Tasarımı	Diğer	Satır Toplam
Girdi-Proses-Son Ürün Kal.Kon.	Sayı	35	36	34	20	13	9	2	149
	Satır %	23,5	24,2	22,8	13,4	8,7	6,0	1,3	44,5
İPK	Sayı	29	29	25	16	10	9	1	119
	Satır %	24,4	24,4	21,0	13,4	8,4	7,6	0,8	35,5
Deney Tasarımı	Sayı	8	5	8	5	2	6	0	34
	Satır %	23,5	14,7	23,5	14,7	5,9	17,6	0	10,1
Diğer	Sayı	7	7	9	3	3	3	1	33
	Satır %	21,2	21,2	27,3	9,1	9,1	9,1	3,0	9,9
Sütun		79	77	76	44	28	27	4	335
Toplam		23,6	23	22,7	13,1	8,4	8,1	1,2	100,0

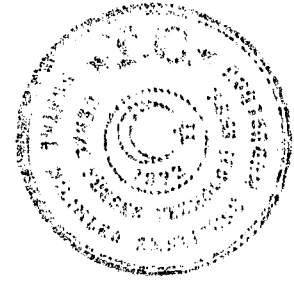


Tablo-Ek-3.7. Kalite Güvence Faaliyetlerine Göre Şirket İçi Alınan Kalite Eğitimleri Dağılımı

Şirket İçi Alınan Kalite Eğitimleri																	
Kalite Güvence Faaliyetleri Kapsamı		Histogram	Normal Olasılık Grafiği	Pareto Diyag.	Neden-Sonuç Diyag.	Dağılım Diyag.	Kontrol Çizel.	Gruplandırma	Kontrol Kartları	Kabul Örneklemesi	Proses/Makine Yeterliliği	QFD	FMEA	Deney Tasarımı	ISO 9000	Diğer	Satır Toplam
Girdi-Proses-Son Ürün Kal. Kon.	Sayı	18	9	29	28	16	21	11	9	5	22	1	12	1	48	7	237
İPK	Satur%	7,6	3,8	12,2	11,8	6,8	8,9	4,6	3,8	2,1	9,3	0,4	5,1	0,4	20,3	3	45,5
	Sayı	14	6	25	24	10	17	8	6	4	18	1	10	1	36	5	185
	Satur%	7,6	3,2	13,5	13	5,4	9,2	4,3	3,2	2,2	9,7	0,5	5,4	0,5	19,5	2,7	35,5
Deney Tasarımı	Sayı	5	3	6	7	4	4	4	3	1	5	1	4	1	8	0	56
Diğer	Satur%	8,9	5,4	10,7	1,5	7,1	7,1	7,1	5,4	1,8	8,9	1,8	7,1	1,8	14,3	0	10,7
	Sayı	2	1	6	5	3	4	2	1	0	7	0	2	0	9	1	43
	Satur%	4,7	2,3	14	11,6	7	9,3	4,7	2,3	0	16,3	0	4,7	0	20,9	2,3	8,3
	Sütun	39	19	66	64	33	46	25	19	10	52	3	28	3	101	13	521
	Toplam	7,5	3,6	12,7	12,3	6,3	8,8	4,8	3,6	1,9	10	0,6	5,4	0,6	19,4	2,5	100

Tablo-Ek-3.9. İleri Kalite Tekniklerinin Kullanılma Oranına Göre Kaliteyi Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Kullanılan Araçların Dağılımı

İleri Kalite Tekniklerinin Kullanılma Oranı		Kaliteyi Kötü Yönde Etkileyen Değişkenlerin Belirlenmesi için Kullanılan Araçlar											Satur Toplam
		Pareto Diyag.	Neden-Sonuç Diyag.	Dağılım Diyag.	Kontrol Kartları	Kontrol Çizel.	Normal Olasılık Grafiği	Deney Grubu-dırma	Deney Tasarımı	FMEA	Hiçbir şey	Diğer	
%100'ünde	Sayı	4	6	1	4	2	1	0	1	2	0	0	23
	Satur %	17,4	26,1	4,3	17,4	8,7	4,3	0	4,3	8,7	0	0	14,4
	Sayı	9	6	4	10	6	2	7	5	3	0	0	54
%50'sinde	Satur %	16,7	11,1	7,4	18,5	11,1	3,7	13	9,3	5,6	0	0	33,8
	Sayı	7	2	2	8	4	0	2	4	3	0	2	36
	Satur %	19,4	5,6	5,6	22,2	11,1	0	5,6	11,1	8,3	0	5,6	22,5
%25'inden azında	Sayı	8	6	3	8	3	0	5	1	6	3	0	47
	Satur %	17	12,8	6,4	17	6,4	0	10,6	2,1	12,8	6,4	0	29,4
	Satur %	28	20	10	30	15	3	16	11	14	3	2	160
Toplam		17,5	12,5	6,3	18,8	9,4	1,9	10	6,9	8,8	1,9	1,3	100,0



T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
DOKÜMANTASYON BİRİMİ

Tablo-Ek-3.10. İleri Kalite Tekniklerinin Kullanılma Oranına Göre Hatalı Üretimin Nedenlerinin Belirlenmesi için Kullanılan Araçların Dağılımı

İleri Kalite Tekniklerinin Kullanılma Oranı		Hatalı Üretimin Nedenlerinin Belirlenmesi için Kullanılan Araçlar						
		Kontrol Kartları	Pareto Diyag.	Neden-Sonuç Diyag.	Gruplandırma	Dağılım Diyag.	Deney Tasarımı	Diğer
%100'ünde	Sayı	4	3	3	3	0	0	0
	Satır%	30,8	23,1	23,1	23,1	0	0	0
%50'sinde	Sayı	8	7	6	6	4	3	1
	Satır%	22,9	20	17,1	17,1	11,4	8,6	2,9
%25'inde	Sayı	7	5	4	4	2	1	0
	Satır%	30,4	21,7	17,4	17,4	8,7	4,3	0
%25'inden azında	Sayı	6	9	8	4	2	2	0
	Satır%	19,4	29	25,8	12,9	6,5	6,5	0
Sütun		25	24	21	17	8	6	1
Toplam		24,5	23,5	20,6	16,7	7,8	5,9	1
								100,0

